

Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
Odsjek za psihologiju

**HEMISFERNA LATERALIZACIJA
PERCEPCIJE
TRAJANJA ZVUKOVA**

Diplomski rad

Tea Tomaić

Mentorica: Dr.sc. Svjetlana Salkičević

Zagreb, 2017.

Željela bih zahvaliti svojoj mentorici dr.sc. Svjetlani Salkičević na pomoći pruženoj pri izradi ovog diplomskog rada te trudu uloženom u zajedničkom rješavanju dilema.

Posebno se zahvaljujem i svojoj sestri, Miji Tomaić na izradi programa korištenog u ovom istraživanju. Trud i strpljenje uloženi za njegovu razradu do najsitnijih detalja za mene su neprocjenjivi.

Zahvaljujem se i svim sudionicima na uloženom vremenu, trudu i strpljivom sudjelovanju u istraživanju. Bez Vaše pomoći izrada ovog rada ne bi bila moguća.

Velika zahvala i svima koji su mi svojim korisnim savjetima pomogli riješiti sve nedoumice te konstruktivnim kritikama pridonijeli kvaliteti ovog rada.

SADRŽAJ

UVOD	5
Neuropsihologija i lateralizacija funkcija.....	5
Slušni osjetni put i tehnika dihotičkog slušanja	6
Uporaba metode dihotičkog slušanja	7
Spolne razlike	10
Percepcija trajanja zvukova.....	11
Zvuk zvona i zvuk sirene	12
CILJ.....	14
PROBLEM	14
Hipoteza	14
METODA.....	14
Sudionici	15
Instrumenti	15
Test dihotičkog slušanja	15
Upitnici.....	17
Postupak	18
REZULTATI.....	20
Vrijeme reakcije	20
Broj točnih odgovora.....	22
Indeks lateralizacije.....	23
Dominantno uho.....	23
Zadana ruka za odgovor	24
RASPRAVA	27
Preporuke za buduća istraživanja	33
ZAKLJUČAK	34
LITERATURA.....	35
PRILOG	38

Hemisferna lateralizacija percepcije trajanja zvukova

Istraživanjima hemisferne lateralizacije dobro su utvrđene razlike u obradi ritma, frekvencije i harmonije, dok za temporalna obilježja zvuka, poput trajanja, nisu dobiveni sukladni nalazi. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati postojanje hemisferne lateralizacije percepcije trajanja zvukova putem metode dihotičkog slušanja u slučaju kada su zadana dva neverbalna zvuka: zvuk koji signalizira opasnost (zvuk sirene) te zvuk koji ju ne signalizira (zvuk zvona). Sudjelovale su 94 studentice dominantne desne ruke, dobi između 19 i 27 godina. Dobiveni nalazi djelomično su potvrdili postavljene hipoteze. Pri mjerenju vremena reakcije dobivena je značajna interakcija uha i zadanog zvuka: za zvuk sirene dobivena prednost desnog, a za zvuk zvona lijevog uha. Za prosječan broj točnih procjena zvuk zvona pokazao se lakšim za procjenu. Vrijeme reakcije pokazalo je prednost davanja odgovora desnom rukom za zvuk zvona zadan u lijevo uho, dok u ostalim situacijama nije bilo značajne razlike. Sudionice su veći prosječan broj točnih procjena dale lijevom rukom za zvuk sirene zadan u desno i lijevo uho te desnom rukom za zvuk zvona zadan u lijevo uho. Indeks lateralizacije pokazao je nešto veću prednost lijevog uha u prosječnom broju točnih procjena, ali ova razlika nije bila značajna. Za prosječno vrijeme reakcije, statistički značajno više sudionica pokazalo je prednost desnog uha ukazujući time na lateralizaciju percepcije trajanja zvukova u lijevoj hemisferi. Zaključno, dobivene mjere hemisferne lateralizacije percepcije trajanja zvukova ovise o vrsti zadanog zvuka te na njih vjerojatno utječe interakcija brojnih faktora.

Ključne riječi: hemisferna lateralizacija, percepcija, trajanje zvukova, dihotičko slušanje

Hemispheric lateralization of sound duration perception

Research of hemispheric lateralization shows well established differences for perception of rhythm, frequency and harmony, while perception of sound duration shows inconsistent results. Focus of this study was to explore hemispheric lateralization of sound duration perception in the situation when auditory stimuli are two sounds: one sound that represents danger (sound of siren) and other sound that doesn't (sound of bell). 94 right-handed female students between ages of 19 and 27 participated in experiment. Obtained results partially confirm main hypothesis. For reaction time, there was significant interaction between target sound and target ear. Ear advantage depended on the sound, showing right ear advantage for the sound of siren, and left ear advantage for the sound of bell. Average number of correct estimations of sound duration showed advantage for the sound of bell. Reaction time was significantly faster for the sound of bell when estimations were given with right hand and presented to left ear. Participants gave statistically more correct estimations with right hand for bell sound presented to left ear, and with left hand for siren presented to left and right ear. Lateralization index showed small, but not significant advantage of left ear for average number of correct estimations. For reaction time significantly more participants showed right ear advantage, suggesting left hemisphere lateralization for sound duration perception. In conclusion, given measures of hemispheric lateralization of sound duration depend on type of a sound and are probably affected by interaction of different factors.

Key words: hemispheric lateralization, perception, sound duration, dichotic listening

UVOD

Neuropsihologija i lateralizacija funkcija

Klinička neuropsihologija znanstvena je disciplina koja istražuje povezanost funkcija središnjeg živčanog sustava i ponašanja (Galić, 2002). Prema Lezak (1995) klinička neuropsihologija primijenjena je znanost koja se bavi bihevioralnom ekspresijom mozgovne disfunkcije. Ono što je zajedničko ovim definicijama je povezanost mozgovnih struktura i ponašanja, u čijem se proučavanju neuropsihologija služi promatranjem i mjerenjem vidljivih funkcija, odnosno ponašanja na temelju kojeg se zaključuje o stanju i funkcijama određenih struktura središnjeg živčanog sustava.

Kada je u pitanju izučavanje funkcija različitih mozgovnih struktura, već je u 19. stoljeću bilo jasno da lijeva i desna mozgovna hemisfera imaju različite funkcije (Galić, 2002). Govoreći o različitim funkcijama mozgovnih hemisfera, važno je pojasniti pojam lateralizacije i njegov sinonim lateralne dominacije, koji označavaju izraženiju funkciju jedne od dviju anatomskih struktura smještenih u lijevoj i desnoj moždanoj hemisferi. Razlike u strukturi i funkciji dviju hemisfera označava pojam cerebralne asimetrije (Galić, 2002).

Jedna od prvih utvrđenih cerebralnih asimetrija je lateralizacija verbalnih funkcija u lijevoj hemisferi, o čemu je govorio čitav niz izvještaja o povezanosti oštećenja u lijevoj hemisferi i gubitka funkcija govora (Galić, 2002). Proučavanje hemisfernih razlika dovelo je do pretpostavke kako su u lijevoj hemisferi funkcije visoko diferencirane, dok je njihova organizacija u desnoj hemisferi više difuzna (Galić, 2002). Primjerice, utvrđeno je kako je *planum temporale* (struktura smještena iza poprečne sljepoočne vijuge, zadužena za procesiranje auditornih podražaja) znatno veći kod većine ljudi u lijevoj u odnosu na desnu hemisferu, desna hemisfera je nešto veća, ali lijeva sadrži više sive mase, lateralna brazda je duža u lijevoj hemisferi te distribucija pojedinih neurotransmitera u lijevoj i desnoj hemisferi nije jednaka (Galić, 2002).

Utvrđivanje cerebralne asimetrije obuhvaća nekoliko metoda čija primjena uključuje zdrave pojedince, odnosno čija je uporaba neinvazivna. U području neuropsihologije najpoznatije su tri takve metode: tehnika podijeljenog vidnog polja, tehnika dihotičkog slušanja te haptički i taktilni testovi. Svaka od ovih metoda uključuje jedno osjetno područje (vid, sluh ili dodir) u kojem se nastoje ustanoviti razlike u

cerebralnoj lateralizaciji na temelju već poznatih osnova anatomije središnjeg živčanog sustava.

Slušni osjetni put i tehnika dihotičkog slušanja

Sluh, kao i svi osjetni sustavi, ima tri osnovna elementa: receptore, osjetne putove te osjetna ili senzorna područja u kori velikog mozga. Receptori su specijalizirani živčani elementi koji registriraju promjene u okolini ili samom organizmu omogućujući mu time adekvatne reakcije. Slušni receptori pripadaju skupini mehanoreceptora te eksteroreceptora, odnosno receptora smještenih na površini tijela. Drugi element čine osjetni živčani putovi kojima se uzbuđenje iz podražanih receptora širi do osjetnih područja kore velikog mozga. U ova područja pristižu živčani impulsi iz osjetnih organa čime dolazi do nastanka osjeta i percepcije (Tadinac i Hromatko, 2012).

Glavni osjetni put kojim se prenosi živčano uzbuđenje iz receptora u uhu je VIII. kranijalni živac vestibulocohlearis ili statoacusticus. Građa slušnog puta je složena te uključuje veći broj jezgri u kojima se živčano vlakno prekida na svom putu do osjetnog slušnog područja u mozgu. Među najvažnije jezgre pripadaju donji kolikuli u srednjem mozgu te medijalna koljenasta tjelešca (corpus geniculatum mediale) u talamusu. Jedan dio živčanih vlakana križa se, dok drugi dio ide ipsilateralno, odnosno u slušno područje hemisfere na onoj strani tijela na kojoj je smješteno uho iz kojeg signali dolaze. Točnije, projekcije iz oba uha su bilateralne, slušni signali iz jednog uha odlaze putem živčanih vlakana i u lijevu i u desnu hemisferu (Pinel, 2001). Ova anatomska građa čini osnovu metode dihotičkog slušanja.

Metoda dihotičkog slušanja uključuje istovremeno zadavanje slušnih podražaja u oba uha, pri čemu je zadatak osobe obraćati pažnju samo na jedno uho, zanemarujući signale koji dolaze u drugo uho. Pretpostavka je da istovremeno zadavanje dvaju različitih podražaja, u zasebna uha, sprječava ipsilateralan prijenos informacija, odnosno da je onemogućen prijenos informacija u hemisferu koja je na istoj strani tijela kao i podraženo uho. Stoga je moguće na temelju prednosti uha pri donošenju određenih procjena zaključiti o dominantnosti suprotne hemisfere u obradi zadanog podražaja (Galić, 2002). Dihotička prezentacija verbalnih podražaja tipično upućuje na superiornost desnog uha i lijeve hemisfere, a prihvaćeno objašnjenje ovog efekta je da kontralateralni putovi potiskuju ipsilateralne na razini moždanog debla, favorizirajući

time prijenos podražaja iz desnog uha u, za govor dominantnu, lijevu hemisferu (Gandour, 2006). Sukladno tome, Tervaniemi i Hugdahl (2003) navode kako je dobivena prednost desnog uha rezultat činjenice da zbog dominantnih kontralateralnih putova dolazi do blokade signala koji pristižu ipsilateralnim vezama te zbog toga sudionici pri izvještavanju navode zvukove koje su čuli na desno uho, odnosno koji su bili prezentirani lijevom auditornom korteksu.

Uporaba metode dihotičkog slušanja

Jedno od prvih istraživanja u kojem je korištena metoda dihotičkog slušanja je istraživanje Kimure (1967) u kojem je koristila Broadbentovu tehniku ispitivanja pažnje. Sudionicima su slušalicama istovremeno na oba uha prezentirane različite znamenke. Simultano su im zadana 3 para znamenki (jedna na lijevo, jedna na desno uho), zatim četiri para te pet pari znamenki. Njihov zadatak bio je da navedu sve znamenke koje su čuli neovisno o njihovom redoslijedu. Sudionici su naveli više znamenki koje su čuli u desno uho, što je objašnjeno povezanošću desnog uha s lijevom hemisferom, specijaliziranom za obradu verbalnih podražaja. Kimura (1967) je zaključila kako postoji specijalizacija desne hemisfere za obradu melodija i neverbalnih zvukova i specijalizacija lijeve hemisfere za obradu verbalnih podražaja te da su ove specijalizacije neovisne o poznatosti zadanih podražaja.

Dihotomnu podjelu specijalizacija lijeve i desne hemisfere za podražaje ovisno o tome jesu li oni verbalni ili neverbalni, potvrdila su istraživanja u kojima je utvrđena superiornost lijevog uha i desne hemisfere za neverbalne podražaje, u koje ubrajamo melodije, neverbalne zvukove i šumove. Desnom uhu i lijevoj hemisferi pripisuje se superiornost za obradu verbalnih podražaja u koje ubrajamo riječi, brojeve i slogove (Galić, 2002). Prednost lijeve hemisfere za obradu verbalnih podražaja najbolje je potvrđena metodom dihotičkog slušanja koja kao podražaje uključuje parove konsonanta i vokala. Ova metoda uključuje velik broj varijacija pa je tako od 1970. g. moguće pronaći više od 2000 članaka koji su upravo koristili dihotičko slušanje parova konsonanta i vokala, a čiji rezultati velikim dijelom upućuju na superiornost desnog uha i lijeve hemisfere (Hugdahl, 2011). Nalazi istraživanja koja su koristila metodu dihotičkog slušanja potvrdila su superiornost lijeve hemisfere za obradu brojeva, besmislenih riječi, imenica, slogova sastavljenih od konsonanata i vokala, govora

unatrag te rečenica. Superiornost desne hemisfere potvrđena je za okolinske zvukove, signale sonara, pjevušene melodije te „emocionalni ton rečenica“ (Van Lancker i Fromkin, 1973). Day, Cutting i Copeland (1971) pokazali su kako dihotički podražaji, procesirani ovisno o njihovoj lingvističkoj dimenziji, pokazuju superiornost desnog uha i lijeve hemisfere, dok isti podražaji procesirani ovisno o njihovoj ne-lingvističkoj dimenziji, kao što je primjerice visina zvuka, pokazuju superiornost lijevog uha i desne hemisfere.

Većina prijašnjih istraživanja bila je usredotočena na specifičnu domenu, verbalnu ili neverbalnu, pa su i nalazi istraživanja koji uključuju slikovno prikazivanje mozga upućivali na specijalizaciju desne hemisfere za obradu melodija te specijalizaciju lijeve hemisfere za obradu verbalnih podražaja (Brancucci, Babiloni, Rossini i Romani, 2005). Novija istraživanja sugeriraju kako ova dihotomna podjela verbalno-neverbalno ipak nije dovoljna za razumijevanje hemisferne lateralizacije i superiornosti hemisfera u obradi različitih zvukovnih podražaja.

Tervaniemi i Hugdahl (2003) navode kako korištenje slogova sastavljenih od konsonanata i vokala u metodi dihotičkog slušanja pruža pouzdane nalaze koji upućuju na superiornost lijeve hemisfere. Također, navode kako rezultati istraživanja provedenih metodom dihotičkog slušanja te tehnikama slikovnog prikazivanja mozga upućuju kako je dominantnost lijeve hemisfere u fonološkoj diskriminaciji osjetljiva na manje i veće promjene u okolini govorenog zvuka, odnosno na promjene samog zvuka ili njegove akustične pozadine. Za glazbu, utvrđena je specijalizacija lijeve hemisfere u procesiranju ritma, te specijalizacija desne hemisfere u procesiranju glazbene harmonije. Točnije, nalazi istraživanja sugeriraju kako je lijevi slušni korteks zadužen za procesiranje brzih promjena u zvuku, dok je desni napredniji u obradi sitnih promjena u visini zvuka, a ove se promjene možda mogu povezati s razlikama u melodijama i verbalnim zvukovima. Prema Zatorreu, Belinu i Penhuneu (2002) desna hemisfera specijalizirana je za obradu glazbenih kontura i visine zvukova kod neverbalnih podražaja te zaključuju kako tonovi predstavljaju dobre podražaje za testiranje hipoteze o tome je li specijalizacija hemisfera specifična prema domeni govor-glazba ili prema domeni spektralno-temporalno, kada je u pitanju visina tonova verbalnih i neverbalnih zvukova. Gandour (2006) navodi kako je desna hemisfera specijalizirana za obradu visine kompleksnih auditornih podražaja, uključujući

varijacije u visini zvukova povezane s jezičnom prozodijom. Za lijevu hemisferu navodi kako je specijalizirana za obradu kategorijalnih informacija koje podupiru fonološko procesiranje kao i semantičko i sintaktičko procesiranje.

Kada je u pitanju intenzitet zvukova rezultati istraživanja Brancuccija i sur. (2005) pokazali su jasnu specijalizaciju desne hemisfere i prednost lijevog uha za percepciju intenziteta glazbenih i verbalnih zvukova kod zdravih ispitanika. Intenzitet zvuka, osim što omogućava određivanje lokalizacije izvora zvuka, također omogućava detekciju pokreta te ima ključnu ulogu u slušnim funkcijama, kao što je prepoznavanje okolinskih, glazbenih i govornih zvukova te jezične prozodije. Navedena istraživanja sugeriraju kako se pri ispitivanju hemisferne lateralizacije važnijima čine karakteristike samih zvukova, kao što su temporalna obilježja, koja se pripisuju superiornoj lijevoj hemisferi te spektralna obilježja vezana za frekvenciju koja se pripisuju superiornoj desnoj hemisferi (Brancucci i sur., 2005). Ovu pretpostavku podupire i istraživanje Schönwiesnera, Rübsamena i Von Cramona (2005) koji su putem funkcionalne magnetske rezonancije pokazali veću aktivnost desne superiorne temporalne vijuge kod spektralnih, ali ne i temporalnih promjena zvuka. Kod temporalnih promjena zvuka dobivena je značajna pozitivna povezanost s aktivacijom antero-lateralnih područja lijeve hemisfere. Zaehle, Geiser, Alter, Jancke i Meyer (2008) potvrđuju navedene nalaze te dodaju kako su u diskriminaciju verbalnih i neverbalnih zvukova na temelju temporalnih karakteristika uključeni inferiorna frontalna vijuga te parijetalni operkulum lijeve hemisfere, dok aktivacija ovih područja nije uočena prilikom razlikovanja zvukova na temelju njihovih spektralnih obilježja.

LaBarba, Kingsberg i Martin (1992) pokazali su kako obrasci hemisferne lateralizacije za melodije ovise o zahtjevima kognitivnog procesiranja, ovisno o tome treba li obraćati pažnju na melodiju, harmoniju, ritam, boju ili dinamiku. Zatim, o karakteristikama ispitanika odnosno o tome koja im je dominantna ruka (Misra, Suar i Mandal, 2011), jesu li pohađali glazbeno obrazovanje te imaju li izražen interes za glazbu (Alfredson, Risberg, Hagberg i Gustafson, 2004). Naposljetku, dobiveni rezultati bitno ovise o korištenoj eksperimentalnoj metodologiji, odnosno radi li se o metodi dihotičkog slušanja, fiziološkim mjerama ili paradigmatima dvostrukog zadatka. Korištenjem paradigme dvostrukog zadatka (eng. *Dual-task paradigm*) utvrđena je superiornost lijeve hemisfere za procesiranje relativno nepoznate orkestralne glazbe kod

ispitanika dominante desne ruke i bez glazbenog obrazovanja (LaBarba i sur., 1992). Osim navedenih, na hemisfernu lateralizaciju mogu djelovati čimbenici poput bolesti i ozljeda glave (Brancucci i sur., 2005).

Misra i sur. (2011) ispitivali su hemisfernu lateralizaciju pomoću nekoliko metoda, među kojima i pomoću metode dihotičkog slušanja. Pokazali su kako su ambideksteri (osobe kod kojih nije jasno izražena dominantnost jedne ruke) prepoznali statistički značajno više riječi u odnosu na ljevake i dešnjake. Dešnjaci su prepoznali više riječi (verbalnih podražaja) kada su bile prezentirane u desno uho, dok su ih ljevaci prepoznali više kada su bile prezentirane u lijevo uho. Prilikom zadavanja neverbalnih podražaja, točnije tonova, dešnjaci i ljevaci su točnije prepoznavali tonove po visini kada su zadani u lijevo uho, pri čemu je zanimljivo kako je kod ljevaka lijevo uho bilo više dominantno i za riječi i za tonove. Marinoni, Grassi, Latorraca, Caruso i Sorbi (2000) na temelju istraživanja zaključuju kako se kod educiranih glazbenika, u odnosu na naivne ispitanike, javlja veća aktivacija lijeve hemisfere prilikom analize glazbenih podražaja, što vjerojatno upućuje na višu kognitivnu strategiju analize za koju je zadužena lijeva hemisfera.

Spolne razlike

Sommer, Aleman, Somers, Boks i Kahn (2008) su metaanalizom utvrdili kako hemisferne lateralizacije dobivene metodom dihotičkog slušanja slogova sastavljenih od vokala i konsonanata ukazuju na spolne razlike u korist muškaraca, kod kojih je dobivena izraženija prednost lijeve hemisfere za obradu navedenih podražaja. Također, navode da rezultati dobiveni metodom dihotičkog slušanja u kojoj su korištene druge vrste podražaja ne ukazuju na spolne razlike u lateralizaciji, ali da su ovi nalazi moguća posljedica pristranosti istraživanja koja se nisu usredotočila na ispitivanje spolnih razlika. Ranija istraživanja navode postojanje spolnih razlika u zadacima dihotičkog slušanja, ali većina ovih efekata uključuje interakciju između spola ispitanika i drugog faktora kao što su dob i uspješnost u zadatku (Hiscock, Inch, Jacek, Hiscock-Kalil i Kalil, 1994). Voyer (1996) navodi kako su spolne razlike u hemisfernim lateralizacijama ovisne o osjetnom području u kojem se te razlike ispituju. Tako su spolne razlike dobivene u korist muškaraca prilikom uporabe vizualnih i slušnih zadataka. Važno je napomenuti da se radi o malim spolnim razlikama u lateralizaciji, pri

čemu su veće asimetrije utvrđene prilikom korištenja verbalnih nego li neverbalnih zadataka (Voyer, 2011). Welsh i Elliott (2001) na temelju rezultata svojeg istraživanja zaključuju kako utvrđene spolne razlike možda ne odražavaju razlike u lateralizaciji određene funkcije već razlike u strategijama koje koriste muškarci i žene prilikom rješavanja ovih zadataka. Kada je u pitanju procjena trajanja podražaja, Block, Hancock i Zakay (2000) na temelju provedene metaanalize navode kako postoje spolne razlike u procjeni trajanja podražaja, pri čemu su žene sklonije precijeniti trajanje podražaja, ali su veličine efekta također male te ovisе o pamćenju i pažnji.

Percepcija trajanja zvukova

Jedno od bazičnih obilježja svakog zvuka je njegovo trajanje. Primjerice, fonetska obilježja govora definirana su trajanjem specifičnih dijelova akustičnog vala, a značenje riječi i emocija prenosi se pomoću sitnih razlika u trajanju slogova ili tišinom. Kada su u pitanju melodije, značenje i emocije prenose se različitim trajanjem nota te pomoću pauza (Brancucci, D'Anselmo, Martello i Tommasi, 2008). Kako se za druge karakteristike zvuka poput: frekvencije, ritma, intenziteta, boje, pokazalo da postoji superiornost jedne hemisfere za njihovu obradu, brojna su istraživanja nastojala ustanoviti postoji li superiornost i za percepciju trajanja zvukova. Rezultati ovih istraživanja nesukladni su pa tako prema Brancucciju i sur. (2008) oko polovine istraživanja upućuje na specijalizaciju lijeve hemisfere (npr.: Sieroka, Dosch, Specht, i Rupp, 2003; Zatorre i Belin, 2001) dok polovina istraživanja upućuje na specijalizaciju desne hemisfere (npr. Sysoeva, Takegata i Näätänen, 2006). U dijelu istraživanja nije utvrđena hemisferna asimetrija za trajanje zvukova (npr.: Takegata, Nakagawa, Tonoike, Näätänen, 2004).

Brancucci i sur. (2008) nastojali su ustanoviti postoji li hemisferna lateralizacija za percepciju trajanja verbalnih i neverbalnih zvukova. Za verbalne zvukove upotrebljavani su parovi konsonanata i vokala, dok su za neverbalne zvukove korišteni kompleksni tonovi. Rezultati istraživanja pokazali su postojanje specijalizacije lijeve hemisfere za percepciju trajanja glazbenih i verbalnih zvukovnih podražaja. Ovo istraživanje još jednom je potvrdilo pretpostavku prijašnjih istraživanja istih autora o boljoj temporalnoj rezoluciji zvukovnih podražaja lijevog slušnog korteksa (Brancucci i sur., 2005). Nenonen, Shestakova, Huottilainen, i Näätänen (2005) su, ispitujući

percepciju trajanja verbalnih zvukova različitih jezika, zaključile kako je njihovo procesiranje povezano s fonemskim kategorijama jezika. Vrlo učestala izloženost određenom jeziku facilitira percepciju promjena u njegovim obilježjima i to upravo u onim obilježjima koja su ključna za njegovo značenje, kao što je to primjerice i trajanje zvukova. Amenedo i Escera (2000) navode kako se jedno od ključnih pitanja u istraživanjima percepcije trajanja zvukova odnosi na utjecaj njihove energije, odnosno glasnoće. Prema rezultatima svojeg istraživanja zaključuju kako je cerebralna detekcija promjena u trajanju zvuka neovisna o njegovoj glasnoći, već da ovisi o kontekstu u kojem se zvukovi slušaju, točnije o trajanju standardnog podražaja u odnosu na kojeg se procjenjuje promjena u trajanju drugih zvukova.

Zvuk zvona i zvuk sirene

Još jednu važnu karakteristiku zvukova čini njihovo značenje. Zvuk zvona i zvuk sirene dva su neverbalna i učestala zvuka koja imaju različita značenja (Gygi, Kidd i Watson, 2004). Kada se govori o zvuku zvona, u ovom slučaju govori se o zvuku zvona na vratima, koji je je svima poznat jer se u svakodnevnom životu s njime susrećemo. Zvuk zvona (na vratima) ima signalizirajuće značenje, informira nas da je netko pred vratima, a zvuk sirene, s druge strane, upozorava na opasnost. Veza između zvuka i njegovog značenja se uči, a zvukovi koji signaliziraju opasnost, poput zvuka sirene, upravo zbog ove naučene veze usmjeravaju našu pažnju. Time dolazi do određivanja smjera iz kojeg je zvuk došao te nakon toga određivanja o kakvoj se opasnosti radi (Keller i Stevens, 2004). Zbog svojih upozoravajućih obilježja, zvuk sirene koristi se i u istraživanjima koja pomoću njega nastoje izazvati fiziološku reakciju tipičnu za stanje anksioznosti. Primjerice Čuržik (2017) je koristila zvuk sirene u kombinaciji s ostalim vizualnim podražajima kako bi podigla razinu pobuđenosti kod ispitanika. Prema Kelleru i Stevensu (2004) slušanje zvukova uključuje dvije faze: prvu tijekom koje se određuje izvor zvuka te drugu tijekom koje se na temelju asocijacija i pamćenja određuje značenje zvuka. Određivanje izvora i značenja zvuka čini evolucijski važan zadatak jer među glavnim procjenama je upravo ona radi li se o zvuku koji upozorava na opasnost (Leung, Smith, Parker i Martin, 1997). Značenje zvuka zvona i sirene je dobro naučeno, a njihove asocijacije su jake. Oba zvuka usmjeravaju našu pažnju, ali dok nas zvuk zvona upozorava da je netko pred vratima, bilo da se radi

o očekivanom ili neočekivanom događaju, zvuk sirene nas nužno upozorava na opasnost jer je to neverbalni zvuk kojeg nemamo priliku asocirati s bezopasnim događajima. Stoga, osim što je potrebno razlikovati verbalne i neverbalne zvukove, nužno je razlikovati i njihovo značenje, koje zbog visoke poznatosti možda može utjecati i na rezultate hemisferne lateralizacije.

Istraživanja hemisferne lateralizacije čine vrlo zanimljivo područje jer su put do odgovora na pitanje na koji način funkcionira naš mozak, kako se razlikuju dvije hemisfere, na koji način komuniciraju te kako sudjeluju u cjelokupnom procesu kognicije. Nalazi ovih istraživanja omogućuju nam spoznaju i na koji način disfunkcija u obradi signala pojedine hemisfere ili njihove komunikacije utječe ili pridonosi pojavi poremećaja te njihovoj bihevioralnoj ekspresiji poput anksioznih poremećaja, depresije ili shizofrenije (Hugdahl i Davidson, 2004). Za bolje razumijevanje načina na koji se odvija procesiranje informacija u našem mozgu, nužno je usredotočiti se na pojedine karakteristike podražaja, kako bismo bolje razumjeli cjelokupnu percepciju. Usmjeravajući se na rezultate Brancucija i sur. (2008) možemo zaključiti kako je lijeva hemisfera dominantna za percepciju trajanja zvukova, bilo da se radi o verbalnim ili neverbalnim zvukovima. Postavlja se pitanje što se događa s hemisfernom lateralizacijom percepcije trajanja zvukova kada dihotički podražaji uključuju dva zvuka različitog značenja, od kojih jedan upozorava na opasnost. Moguće je da značenje zvukova olakšava donošenje procjena prilikom dihotičkih zadataka, posebice kada se radi o zvukovima koji označavaju opasnost te da će ona izraziti u bržim i točnijim procjenama trajanja, za neverbalne zvukove dominantne, lijeve hemisfere.

CILJ

S obzirom na istražene razlike u hemisfernoj lateralizaciji percepcije različitih karakteristika zvukovnih podražaja te nesukladne nalaze brojnih istraživanja kada je u pitanju percepcija trajanja zvukova, cilj ovog istraživanja je provjeriti postoji li hemisferna lateralizacija percepcije trajanja dva zvuka različitog značenja, jednog koji upućuje na opasnost i drugog koji na nju ne upućuje.

PROBLEM

Ispitati hemisfernu lateralizaciju percepcije trajanja neverbalnih zvukova različitog značenja putem metode dihotičkog slušanja.

Hipoteza

Vrijeme reakcije bit će statistički značajno kraće, a točnost prepoznavanja trajanja zvuka veća za zvuk koji signalizira opasnost u odnosu na zvuk koji ne signalizira opasnost te će ovaj efekt biti izraženiji kada su zvukovi zadani u desno uho, odnosno kada je za obradu trajanja zvukova zadužena lijeva hemisfera.

METODA

Provedeno je eksperimentalno istraživanje kojim je hemisferna lateralizacija obrade trajanja zvukova ispitana metodom dihotičkog slušanja. Ova metoda uključuje istovremeno zadavanje zvukovnih podražaja u lijevo i desno uho pomoću slušalica, pri čemu je zadatak sudionika donijeti prosudbe o zvuku zadanom u jedno uho, zanemarujući zvuk koji je čuo na drugo uho. Zvuk kojeg je trebalo procijeniti naziva se zadani zvuk, dok se drugi zvuk, istovremeno zadan u drugo uho, naziva maskirajući zvuk. U ovom istraživanju korištena su dva zvuka: zvuk zvona te zvuk sirene. Kako su ova dva zvuka uvijek zadana zajedno, svaki u svoje uho putem slušalica, oni čine dihotički par zvukova.

Sudionici

U istraživanju je sudjelovalo 112 sudionica, studentica različitih fakulteta dobi između 19 i 27 godina. Prosječna dob sudionica iznosila je $M = 21.26$ ($SD = 1.93$), a 41.96% studiralo je psihologiju. Studentice su na istraživanje pozvane putem grupe na društvenoj mreži kao i putem poziva za sudjelovanje u istraživanju koje su im prosljedili studentice i studenti psihologije, za to nagrađeni eksperimentalnim satima. U istraživanje su uključene samo studentice zbog nedovoljnog odaziva studenata te do sada još uvijek nedovoljno utvrđenih spolnih razlika u hemisfernoj lateralizaciji.

Instrumenti

Test dihotičkog slušanja

Dihotički parovi podražaja stvoreni su pomoću računalnog programa *Audacity* (verzija 2.1.2). Dva korištena zvuka: zvuk sirene i zvuk zvona preuzeti su s web stranice soundbible.com. Postojalo je 12 dihotičkih podražaja sastavljenih od različitih kombinacija navedenih zvukova. Kombinacije su se razlikovale s obzirom na trajanje zadanog zvuka (350, 500, 650 ms) te zadano uho (lijevo ili desno). Maskirajući zvuk u dihotičkom zadatku, na čije trajanje nije trebalo obraćati pažnju, trajao je 700 ms. Uvijek je jedan zvuk bio prezentiran samo u desno, a drugi samo u lijevo uho. Primjerice, jedan podražaj bio je sastavljen od dihotičke kombinacije na desno uho zadanog zvuka sirene (npr. u trajanju od 500ms), a na lijevo uho zvuka zvona (u trajanju od 700ms).

Zvuk zvona imao je najvišu frekvenciju od 1046 Hz, dok je zvuk sirene imao najvišu frekvenciju od 514 Hz. Analize frekvencija ova dva zvuka nalaze se u *Prilogu A*. Brzina projekta (frekvencija uzorkovanja) u Audacityju bila je 44 100 Hz, a amplitudna rezolucija 32-bita. Glasnoća zvučnika bila je postavljena na 8%, a zvukovi su prezentirani pomoću slušalica Lenovo (P723 Headset). Navedeni test izvođen je na osobnom prijenosnom računalu Lenovo Z50. Ovo računalo posjeduje zvučnu karticu Conexant SmartAudio HD.

Isti zvukovi korišteni su i u probnom testu, čija je namjena bila provjeriti čuju li sudionice zvukove koji su korišteni prilikom testiranja. Probni test sastojao se od 10

podražaja koji su zadani individualno, na lijevo ili desno uho, nakon čega su sudionice pritiskom odgovarajuće tipke odgovorile jesu li čule zvuk.

Za potrebe provođenja ovog testiranja izrađen je program¹ (softverski modul) u razvojnom okruženju *Matlab R2015a* (MathWorks). Program je činilo devet blokova po 20 zadataka pri čemu je prvi blok činio zadatke za vježbu koji nisu uzeti u kasniju analizu. Blok za vježbu bio je jednak za sve sudionice. Jedan zadatak, primjerice, činila je dihotička kombinacija: maskirajući zvuk zvona zadan u lijevo uho trajanja 700 ms te istovremeno zvuk sirene zadan u desno uho u trajanju 350 ms. Nakon 1 sekunde zadana je dihotička kombinacija ponovno s maskirajućim zvukom zvona trajanja 700 ms u lijevo uho, s istovremenim zvukom sirene u desno uho koji je sada trajao 650 ms. Nakon ove dvije dihotičke kombinacije, trebalo je procijeniti jesu li dva uzastopna zvuka zadana u desno uho (sirena), bila jednakog ili različitog trajanja pritiskom tipki kažiprstom lijeve ili desne ruke. U pola od ukupno 160 zadataka za procjenu bio je zadan zvuk zvona, a u pola zvuk sirene. Za odgovore su korištene dvije tipke, pri čemu je u pola blokova slovo „S“ označavalo jednako trajanje, a slovo „L“ različito trajanje, dok je u drugoj polovici njihovo značenje zamijenjeno. Značenje tipki je mijenjano kako bi se mogao provjeriti utjecaj ruke kojom je davan odgovor na točnost i vrijeme reakcije u situacijama kada su zvukovi zadani na lijevo i desno uho. Kako je poznato da signali iz uha pristižu u kontralateralnu hemisferu, tako je i za ruku dobro poznato da njom upravlja kontralateralna hemisfera. Stoga, utjecaj ruke kojom je dan odgovor može predstavljati dodatan pokazatelj hemisferne lateralizacije. Zadaci u svakom bloku generirani su putem programskog algoritma na način da je u pola zadataka zadani zvuk bio jednakog trajanja, a u pola različitog. Program je blokove zadataka učitao sudionicama po slučaju, kao i zadatke unutar bloka pri čemu je svaki zadatak unutar bloka zadan samo jednom.

Prije svakog bloka zadataka (uključujući i blok za vježbu) zadan je zvučni signal upozorenja (trajanja 1750 ms, najviše frekvencije 110 Hz) u uho na koje je potrebno obratiti pažnju prilikom tog bloka zadataka. Osim zvučnog signala dodatna uputa bila je napisana i na ekranu. Nakon signala upozorenja slijedila je tišina u trajanju 5 sekundi nakon koje je uslijedio prvi zadatak, odnosno prvi dihotički podražaj. Ukoliko je tipka

¹ Autorica programa je Mia Tomaić, univ.bacc.ing.comp.

pritisnuta prije nego što je je dva puta zadana dihotička kombinaciju zvukova, program to nije bilježio kao odgovor, već se odgovor bilježio tek nakon završetka druge kombinacije. Pritiskom tipke i donesene procjene, odmah je zadan novi zadatak, točnije dvije nove dihotičke kombinacije. Po završetku bloka slijedila je pauza. Nakon 5 sekundi pokazala se uputa za novi blok, koji je započeo pritiskom tipke *razmaknice* na tipkovnici. Po pritisku razmaknice slijedilo je 5 sekundi tišine te je zatim počelo zadavanje zadataka iz novog bloka. Promjenom bloka došlo je do promjene zvuka koji se procjenjuje, uha na kojem se on procjenjuje, kao i promjene značenja svake od dviju tipki. Zorniji prikaz testa dihotičkog slušanja nalazi se u *Prilogu C*.

Za svaku danu procjenu bilježeno je vrijeme reakcije te njezina točnost. Konačan rezultat svake sudionice bilo je prosječno vrijeme reakcije, ali su u obzir uzeta samo vremena reakcija kada se radilo o točnim procjenama. Ovi rezultati mjera su prve zavisne varijable. Isti postupak ponovljen je za svaku od četiri eksperimentalne situacije, prikazane u *Tablici 1*. Kada je u pitanju broj točnih odgovora, za svaku od četiri navedene situacije stvorena je varijabla jednostavnom linearnom kombinacijom broja točnih procjena u toj situaciji. Ovi rezultati čine mjeru druge zavisne varijable.

Tablica 1
Prikaz četiri eksperimentalne situacije korištene u istraživanju

		Zadano uho	
		lijevo	desno
Zadani zvuk	zvono	lijevo-zvono	desno-zvono
	sirena	lijevo-sirena	desno-sirena

Upitnici

Kako na hemisfernu lateralizaciju mogu djelovati čimbenici poput bolesti i ozljeda glave (Brancucci i sur., 2005), dominantnosti ruke (Misra, Suar i Mandal, 2011) te interes za glazbu i glazbeno obrazovanje (Alfredson, Risberg, Hagberg i Gustafson, 2004), bilo ih je potrebno ispitati, za što smo koristili tri upitnika (Prilog D).

Upitnik osnovnih podataka

Uključuje pitanja o dobi sudionica, iskustvu bavljenja glazbom, glazbenim obrazovanjem, bolestima i ozljedama mozga te oštećenjima i problemima sluha.

Anettin upitnik dominantnosti ruke (Anett, 1967; prema Lezak, 1995)

Sastoji se od 12 pitanja o aktivnostima koje se obično izvode lijevom ili desnom rukom, gdje sudionik svakoj aktivnosti pridružuje određeni broj bodova na ljestvici od -2 (uvijek lijevom rukom) do +2 (uvijek desnom rukom), ovisno o tome kojom rukom izvodi pojedinu aktivnost. Ukupni rezultat računa se kao zbroj odgovora na pojedina pitanja, a predstavlja rezultat dominantnosti ruke: svi sudionici koji na ljestvici postignu rezultat 9 ili veći svrstavaju se u kategoriju dešnjaka, a oni s rezultatom -9 ili manje u kategoriju ljevaka. Sudionici koji na ljestvici postižu ukupni rezultat između -9 i 9 smatraju se ambideksterima.

Upitnik dominantnosti noge, oka i uha

Sastoji se od 9 zadataka (po tri zadatka za nogu, oko i uho) koje eksperimentator zadaje osobi da izvrši. Primjerice, od sudionika se traži da gurne loptu jednom nogom, da pogleda kroz ključanicu jednim okom te da posluša jednim uhom što se nalazi unutar zatvorene kutije. Nakon što sudionik ispuni zadatak eksperimentator bilježi kojim dijelom tijela (lijevim ili desnim) je izvedeno ponašanje. Dominantna noga, oko i uho su oni dijelovi tijela koje je sudionik više puta koristio unutar svake od tri kategorije s tri zadatka. Kako je za potrebe ovog istraživanja važan podatak o dominantnom uhu, u kasnijoj obradi uzimat će se u obzir samo ti podaci. Zadaci su preuzeti i prevedeni s web stranice Neuroscience for Kids (Chudler, 2017). Svi se upitnici korišteni u ovom istraživanju nalaze u *Prilogu D*.

Postupak

Za potrebe istraživanja izrađen je novi program (softverski modul) te je njegovo funkcioniranje bilo potrebno unaprijed provjeriti. U tu svrhu provedeno je predistraživanje u kojem je sudjelovalo deset studentica studija psihologije na Filozofskom fakultetu u Zagrebu, prosječne dobi 23 godine ($M = 23.2$, $SD = 1.14$). Rezultati su pokazali da je procedura primjerena za ispitivanje: sudionice su shvatile uputu i zadatak, program je ispravno bilježio točnost i vrijeme reakcije njihovih odgovora te nije bilo poteškoća u učitavanju pojedinih zadataka. Stoga su uvjeti u kojima je provedeno predistraživanje ponovljeni i u glavnom istraživanju: provedeno je

u identičnim uvjetima i prostorijama te ga je provodila ista eksperimentatorica. Cijeli postupak trajao je 25 minuta.

Prilikom dolaska na testiranje sve sudionice prvo su ispunile informirani pristanak, u kojem im je objašnjeno s kakvim oblikom zadataka će se susresti, kako imaju pravo u bilo kojem trenutku odustati od testiranja te da imaju pravo doznati rezultate istraživanja. Nakon toga uslijedilo je individualno rješavanje testa. Eksperimentatorica je prije početka rješavanja testa objasnila uputu, koja je bila napisana i na ekranu računala, pobrinula se da sudionice ispravno postave slušalice te im upalila probni test. Po završetku probnog testa, eksperimentatorica je objasnila uputu za glavni test, koja je također bila ispisana i na ekranu računala, uputila sudionice da drže kažiprste lijeve i desne ruke položene na određenim tipkama te ga pokrenula. Kako je prvi blok zadataka koji su sudionice rješavale bio namijenjen vježbi i upoznavanju sa zadatkom, naglašeno im je kako u svakom trenutku mogu prekinuti rješavanje te pozvati eksperimentatoricu ukoliko im je potrebno objašnjenje ili dodatna uputa. Kada su riješile prvi blok zadataka za vježbu, sudionice su nastavile s rješavanjem testa.

Nakon što su riješile test na računalu, ispunile su Annetin upitnik dominantnosti ruke, potom upitnik osnovnih podataka te riješile zadatke iz upitnika dominantnosti noge, oka i uha. Na svaki upitnik sudionice su upisale šifru identičnu šifri koju su upisale za dva testa na računalu. Pomoću šifre omogućeno je povezivanje rezultata upitnika s rezultatima testiranja.

REZULTATI

Na temelju podataka dobivenih upitnicima iz analize su isključeni podaci triju sudionica koje su na Annetinom upitniku dominantnosti ruke postigle rezultat manji od 9, trinaest sudionica koje su izjavile da su u prošlosti pretrpjele ozljedu glave ili bolesti koje su mogle utjecati na središnji živčani sustav te dvije sudionice koje na kratkom testu provjere sluha nisu čule sve zvukove. Stoga, ukupan uzorak koji je ušao u statističku analizu sastojao se od 94 sudionice prosječne dobi $M = 21.27$, $SD = 1.97$.

Problem ovog istraživanja bio je ispitati postojanje hemisferne lateralizacije percepcije trajanja zvukova različitog značenja primjenom metode dihotičkog slušanja. Podaci deskriptivne statistike prikazani su u Tablici 2 i Tablici 3.

Tablica 2
Aritmetičke sredine i standardne devijacije broja točnih procjena trajanja zvuka u četiri eksperimentalne situacije.

		N	Minimum 0	Maksimum 40	<i>M</i>	<i>SD</i>	Postotak točnih odgovora
Desno	sirena	94	18	39	30.8	4.80	77%
	zvono		19	39	32.4	4.39	81%
Lijevo	sirena		18	39	31.1	4.71	78%
	zvono		17	40	32.8	4.84	82%

U Tablici 2 vidljivo je kako sudionicama zadatak procjenjivanja trajanja zvuka nije bio težak, točnije u prosjeku su imale više 76% točnih procjena, pri čemu se vidi tendencija lošije procjene trajanja zvuka sirene.

Vrijeme reakcije

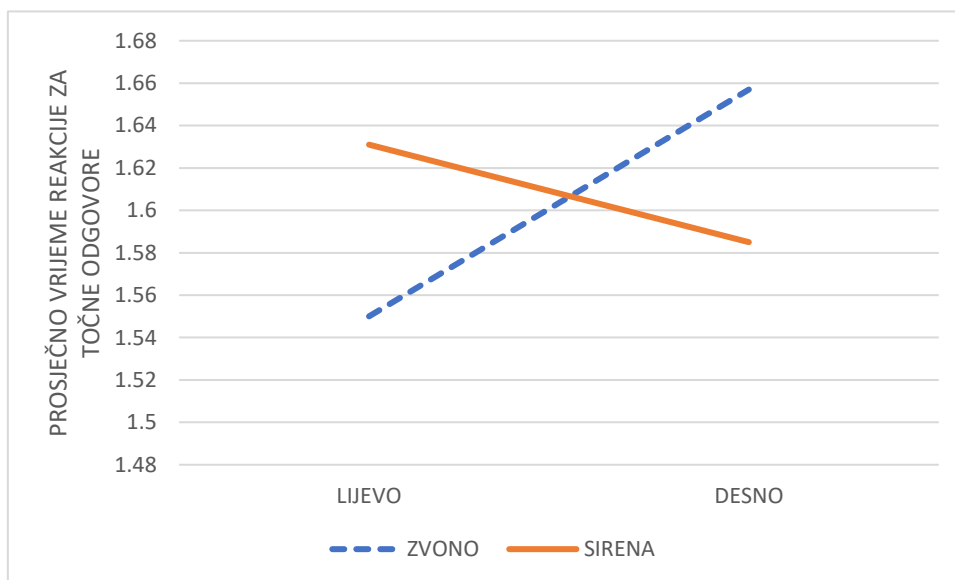
Provjereno je postoji li statistički značajna interakcija zadanog zvuka (zvono ili sirena) te uha u koje je zadan zvuk za procjenu (lijevo ili desno) u prosječnom vremenu reakcije potrebnom za donošenje procjene je li zadani zvuk bio jednakog ili različitog trajanja. Za provjeru normaliteta distribucija proveden je Kolmogorov-Smirnovljev test, čiji se rezultati zajedno s podacima deskriptivne statistike nalaze se u Tablici 3.

Tablica 3

Aritmetičke sredine i standardne devijacije dobivene pri mjerenju vremena reakcije u sekundama potrebnog za donošenje procjene o trajanju zvuka u četiri situacije

Uho	Zvuk	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	Kolmogorov-Smirnov <i>Z</i>	<i>p</i>
Desno	Sirena	1.585	0.2836	94	0.76	.611
	Zvono	1.657	0.3135	94	0.77	.597
Lijevo	Sirena	1.631	0.3953	94	1.10	.177
	Zvono	1.550	0.2742	94	0.54	.937

Složenom analizom varijance za zavisne uzorke nisu dobiveni statistički značajni glavni efekti zadanog uha ($F = 1.79$, $df = 1, 93$; $p = .184$) niti zadanog zvuka čije je trajanje trebalo procijeniti ($F = 0.05$, $df = 1, 93$, $p = .831$). Dobivena je statistički značajna interakcija zadanog uha te zadanog zvuka ($F = 12.19$, $df = 1, 93$, $p = .001$) u vremenu reakcije potrebnom za donošenje točne procjene: trajanje zvuka zvona pokazuje tendenciju bržeg raspoznavanja kada je zadan u lijevo uho, dok trajanje zvuka sirene pokazuje brže prepoznavanje kada je ovaj zvuk zadan u desno uho. Dobivena interakcija prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Prikaz interakcije vrste zadanog zvuka te zadanog uha pri mjerenju vremena reakcije u sekundama potrebnog za točno prepoznavanje trajanja zvuka u dihotičkom zadatku.

Testiranje razlika među skupinama provedeno je analizom jednostavnih efekata uz Bonferronijevu korekciju. Kada su zadani u lijevo uho, vrijeme reakcije za procjenu zvuka zvona je kraće ($\Delta M = .081$, $p = .013$). Nasuprot tome, kada su zadani u desno uho, vrijeme reakcije za procjenu zvuka sirene je kraće ($\Delta M = .072$, $p = .015$). Kada je u

pitanju vrsta zvuka, značajna razlika u prosječnom vremenu reakcije procjene jednakog ili različitog trajanja zvuka dobivena je samo za zvono: brže vrijeme reakcije dobiveno je kada je zadano u lijevo uho ($\Delta M = .107$, $p < .001$). Za zvuk sirene razlika u prosječnom vremenu reakcije nije statistički značajna ($\Delta M = .046$, $p = .230$).

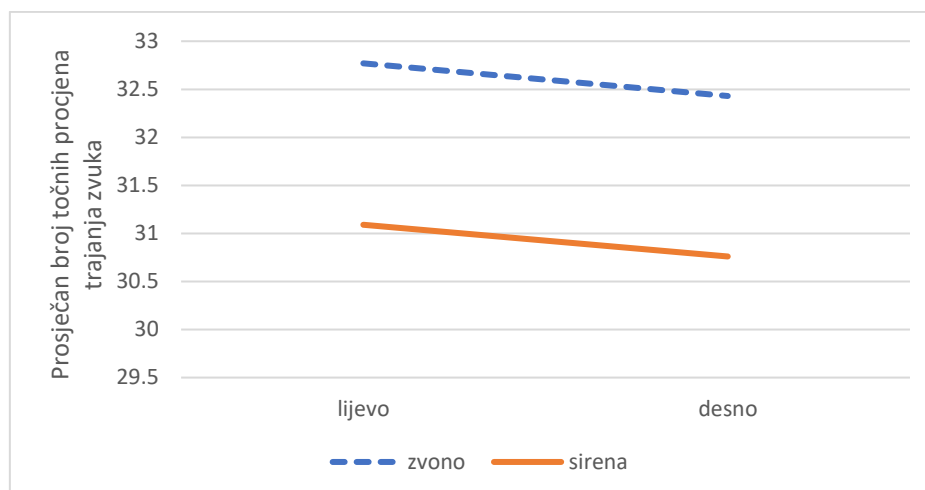
Broj točnih odgovora

Provjereno je postoji li statistički značajna interakcija vrste zadanog zvuka i uha na prosječan broj točnih procjena trajanja zvuka. Za provjeru normaliteta distribucija proveden je Kolmogorov-Smirnovljev test, čiji se rezultati zajedno s podacima deskriptivne statistike nalaze se u Tablici 4.

Tablica 4
Aritmetičke sredine i standardne devijacije broja točnih procjena trajanja zvuka dobivenih u četiri situacije zajedno s rezultatima Kolmogorov-Smirnovljevog testa

Uho	Zvuk	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Kolmogorov -Smirnov Z</i>	<i>p</i>
Lijevo	Zvono	94	32.8	4.84	1.76	.004
	Sirena	94	31.1	4.71	1.48	.025
Desno	Zvono	94	32.4	4.39	1.28	.077
	Sirena	94	30.8	4.80	1.20	.114

Rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa pokazuju kako distribucije prosječnog broja točnih odgovora u situacijama kada su zvukovi zvona i sirene zadani u lijevo uho statistički značajno odstupaju od normalne distribucije. Ipak, kako se radi o vrlo strogom testu, vizualnim pregledom ustanovljeno je kako se radi o simetričnim distribucijama. Provedenom složenom analizom varijance za zavisne uzorke, nije dobiven statistički značajan glavni efekt zadanog uha ($F = 1$, $df = 1$, 93 , $p = .321$). Dobiven je statistički značajan glavni efekt vrste zvuka čije je trajanje trebalo procijeniti: trajanje zvuka zvona u prosjeku se statistički značajno češće točno procjenjuje ($F = 26.86$, $df = 1$, 93 , $p < .001$). Nije dobivena statistički značajna interakcija vrste zadanog zvuka i uha na koje je on zadan pri mjerenju broja točnih procjena trajanja zvuka ($F = 0$, $df = 1$, 93 , $p = .988$). Dobiveni rezultati prikazani su i na Slici 2.



Slika 2. Prosječan broj točnih procjena trajanja zvuka u četiri eksperimentalne situacije

Indeks lateralizacije

Stupanj dobivene prednosti jednog uha izražava se putem indeksa lateralizacije (IL) koji se računa kao postotak razlike između točnih procjena dobivenih kada su podražaji zadani u desno ili lijevo uho (Hugdahl i Westerhausen, 2010). Računa se prema slijedećoj formuli: $IL = (D - L) / (D + L) * 100$, pri čemu D predstavlja prosječno vrijeme reakcije (ili broj točnih procjena) za desno uho, a L prosječno vrijeme reakcije (broj točnih procjena) za lijevo uho. Za broj točnih procjena dobiveni prosječni indeks lateralizacije iznosi $M = -0.48$, $SD = 5.52$. Dobiveni indeks za prosječno vrijeme reakcije točnih procjena iznosi $M = 1.14$, $SD = 5.89$. Za broj točnih odgovora 34 sudionice pokazale su pozitivan indeks lateralizacije (prednost desnog uha), dok je za 49 sudionica dobiven negativan indeks lateralizacije (prednost lijevog uha), ali ova razlika nije značajna ($\chi^2 = 2.71$, $df = 1$, $p = .100$). Kod 11 sudionica nije dobivena prednost niti jednog uha. Kada je u pitanju prosječno vrijeme reakcije točnih procjena, kod 59 sudionica dobiven je pozitivan indeks i prednost desnog uha, a za 35 sudionica negativan indeks lateralizacije, odnosno prednost lijevog uha, pri čemu je ova razlika statistički značajna ($\chi^2 = 6.13$, $df = 1$, $p = .013$).

Dominantno uho

Osim što na dobivene mjere lateralizacije može djelovati dominantna ruka kod sudionica, moguće je da važnu ulogu igra i dominantno uho utječući na dominantnost

jedne od hemisfera u obradi zvukova. Upitnikom dominantnosti provjereno je koliko sudionica pokazuje dominantnost lijevog, a koliko desnog uha. Dobiveni podaci deskriptivne statistike nalaze se u Tablici 5.

Na deskriptivnoj razini kod sudionica s dominantnim lijevim uhom vidljiv je nešto veći prosječan broj točnih procjena u svim eksperimentalnim uvjetima, osim kada je na desno uho zadan zvuk zvona, gdje je nešto manja prednost vidljiva kod sudionica s dominantnim desnim uhom. Kod sudionica s dominantnim lijevim uhom vidljiva je veća razlika u broju točnih odgovora za zvuk zvona pri čemu dobivena prednost upućuje na dominantnije lijevo uho. Za vrijeme reakcije vidljive su nešto brže reakcije kod sudionica s dominantnim desnim uhom, osim u situacijama kada su zvukovi zadani na lijevo uho. U obzir je potrebno uzeti velike razlike u broju sudionica pojedine skupine, a za točnije zaključke o značajnosti navedenih razlika potrebno je provesti statističku analizu na većem uzorku.

Tablica 5

Deskriptivna statistika dobivena u četiri eksperimentalne situacije za sudionice s dominantnim lijevim uhom te sudionice s dominantnim desnim uhom

		Dominantno lijevo uho n=18		Dominantno desno uho n=76	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Broj točnih odgovora	Desno sirena	31.9	3.64	30.5	5.02
	Lijevo sirena	31.7	6.20	31	4.32
	Desno zvono	32.1	4.19	32.5	4.46
	Lijevo zvono	34.1	5.13	32.46	4.727
	Indeks lateralizacije	-0.98	4.923	-0.36	5.677
Vrijeme reakcije (sekunde)	Desno sirena	1.606	0.2991	1.580	0.2816
	Lijevo sirena	1.617	0.3134	1.634	0.4140
	Desno zvono	1.723	0.4352	1.641	0.2787
	Lijevo zvono	1.527	0.2102	1.556	0.2881
	Indeks lateralizacije	2.49	7.136	0.82	5.562

Zadana ruka za odgovor

Kako je prilikom testiranja mijenjano značenje tipki za odgovor, a samim time i ruka kojom su sudionice donosile procjene o tome je li zadani zvuk bio jednakog ili različitog trajanja, provjereno je razlikuje li se prosječno vrijeme reakcije te prosječan broj točnih procjena kada je istu procjenu trebalo dati lijevom ili desnom rukom.

Pri testiranju značajnosti razlika proveden je t-test. U situaciji kada je u lijevo uho zadan zvuk sirene, zbog značajnog Kolmogorov-Smirnovljevog testa, proveden je Wilcoxonov Z test. Rezultati su prikazani u Tablici 6 te upućuju na značajnu razliku u samo jednoj situaciji. Zadavanjem zvuka zvona u lijevo uho, procjene trajanja zvuka značajno brže se donose desnom rukom. Ipak, važno je naglasiti da se radi o maloj veličini učinka. Kada je ovaj zvuk zadan u desno uho, nisu utvrđene značajne razlike u brzini davanja odgovora desnom ili lijevom rukom, kao niti za zvuk sirene bez obzira na koje je uho zadan.

Tablica 6

Aritmetičke sredine i standardne devijacije dobivene pri mjerenju prosječnog vremena reakcije u sekundama potrebnog za donošenje procjene te rezultati dobiveni testiranjem značajnosti razlika, Kolmogorov-Smirnovljevog testa i Cohenov d ($N=94$)

Zvuk	Uho	Ruka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>K-S</i>	<i>p</i>	<i>t-test</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>Wilcoxon Z</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Zvono	Lijevo	L	1.593	0.3270	0.68	.748	3.52	93	.001			0.36
		D	1.509	0.2632	0.94	.346						
	Desno	L	1.681	0.3807	1.07	.203	1.69	93	.095			0.19
		D	1.634	0.2959	0.69	.734						
Sirena	Lijevo	L	1.603	0.3877	1.35	.053				-1.33	.183	0.10
		D	1.677	0.6240	1.82	.003						
	Desno	L	1.582	0.3302	1.27	.081	-0.179	93	.858			0.03
		D	1.587	0.3359	1.04	.234						

Napomena: L-lijeva ruka, D-desna ruka

Za drugu zavisnu varijablu, prosječan broj točnih odgovora, Kolmogorov-Smirnovljev test bio je značajan za sve situacije, stoga je pri testiranju značajnosti razlika proveden neparametrijski test. Dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 7.

Tablica 7

Aritmetičke sredine i standardne devijacije dobivene pri mjerenju prosječnog broja točnih procjena, rezultati dobiveni testiranjem značajnosti razlika i Kolmogorov-Smirnovljevog testa te Cohenov d

Zvuk		Ruka	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>K-S</i>	<i>p</i>	<i>Wilcoxon Z</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Zvono	Lijevo	L	16	2.688	1.82	.003	-2.88	.004	0.21
		D	16.77	2.741	1.88	.002			
	Desno	L	16.19	2.196	1.60	.012	-0.721	.471	0.05
		D	16.23	2.690	1.50	.021			
Sirena	Lijevo	L	15.89	2.430	1.51	.021	-2.44	.015	0.18
		D	15.19	2.882	1.60	.012			
	Desno	L	15.84	2.583	1.48	.026	-3.925	<.001	0.27
		D	14.91	2.687	1.36	.049			

Dobivene su značajne razlike u broju točnih odgovora za tri situacije: kada je na lijevo uho zadan zvuk zvona te kada je zvuk sirene zadan na lijevo i desno uho. Kada je zvuk zvona zadan na lijevo uho veći je broj točnih odgovora dan je desnom rukom. Za zvuk sirene značajno više točnih odgovora dano je lijevom rukom i u situaciji kada je ovaj zvuk zadan u lijevo i kada je zadan u desno uho. Ponovno, radi se o malim veličinama učinka. Za situacije kada je zvuk zvona zadan u desno uho razlike nisu bile značajne.

RASPRAVA

Cilj istraživanja bio je provjeriti postoji li hemisferna lateralizacija percepcije trajanja zvukova ovisno o njihovom značenju metodom dihotičkog slušanja. Sukladno prethodnim rezultatima, naša hipoteza bila je da će biti vidljiva specijalizacija lijeve hemisfere za percepciju trajanja zvukova te da će navedena prednost biti izraženija za zvuk koji signalizira opasnost.

Dobiveni rezultati djelomično potvrđuju navedenu hipotezu. Brže je vrijeme reakcije dobiveno za zvuk koji signalizira opasnost kada su zvukovi zadani na desno uho, odnosno kada je za percepciju njihova trajanja zadužena lijeva hemisfera. Ipak, očekivali smo prednost desnog uha i lijeve hemisfere i za zvuk koji ne signalizira opasnost (zvono), ali dobiveni rezultati pokazali su prednost lijevog uha, a time i desne hemisfere za percepciju trajanja ovog zvuka. Prosječan broj točnih procjena ne potvrđuje početnu hipotezu, jer je trajanje zvuka koji ne simbolizira opasnost u većem broju točno procijenjeno, što je u suprotnosti s našom pretpostavkom.

Na očekivanu prednost desnog uha i lijeve hemisfere upućuju prethodna istraživanja provedena metodom dihotičkog slušanja (Brancucci i sur., 2008) kojima je i za verbalne (parovi konsonanata i vokala) te za neverbalne zvukove (tonove) dobivena prednost desnog uha za percepciju njihova trajanja. Time su navedeni nalazi u skladu s pretpostavkom kako je lijeva hemisfera zadužena za analizu temporalnih obilježja zvuka (Hugdahl i Davidson, 2004). Ipak, navedeno je potrebno razmatrati s obzirom, jer dok je prednost desne hemisfere za obradu spektralnih karakteristika poput intenziteta i visine zvuka jasno utvrđena pomoću bihevioralnih mjera te tehnika slikovnog prikazivanja mozga, za percepciju trajanja postoje nesukladni nalazi (Brancucci i sur., 2008). Još su Johnsrude, Zatorre, Milner i Evans (1997) zaključili kako je hemisferna lateralizacija ovisna o spektralnim i temporalnim obilježjima zvukova, ali rezultati našeg istraživanja pokazuju kako možda ova obilježja nije dovoljno gledati zasebno. Kako za dva neverbalna zvuka nije dobivena jasna prednost samo jednog uha za percepciju njihova trajanja, naše istraživanje pruža dodatani dokaz kako hemisferna lateralizacija ne ovisi o domeni verbalno-verbalno. Postoji mogućnost da je za mjere lateralizacije dobivene metodom dihotičkog slušanja u obzir potrebno uzeti više obilježja zvukova koja u konačnici utječu na dobivene rezultate.

Kako je prilikom testiranja mijenjano značenje dviju tipki za odgovor, provjereno je jesu li ove situacije mogle djelovati na dobivene rezultate. U istraživanju Brancuccija i suradnika (2008), prema kojem je većim djelom osmišljena metoda za naše istraživanje, nisu dobivene razlike s obzirom na to kojom je rukom bilo potrebno dati odgovor, što je u kontradikciji s našim rezultatima. Neočekivano, za mjeru prosječnog vremena reakcije brže procjene za zvuk zvona dobivene su desnom rukom. U ostalim situacijama nije pronađena razlika. Za mjeru broja točnih odgovora, značajne razlike dobivene su u tri situacije: kada je zvuk zvona zadan u lijevo uho više je točnih procjena dano desnom rukom, dok je za zvuk sirene zadan u oba uha više točnih procjena doneseno lijevom rukom. Dobiveni rezultati svakako su zanimljivi jer nam pokazuju kako i druge bihevioralne mjere, koje su pod kontrolom različitih hemisfera, mogu pokazivati razlike prilikom korištenja metode dihotičkog slušanja. Prednost lijeve ili desne ruke može ukazivati na prednost jedne od hemisfera. Stoga, ukoliko bismo pažnju obraćali samo na ruku kojom je dano više točnih odgovora ili su oni bili brži, ne bismo donijeli iste zaključke o hemisfernoj lateralizaciji. Za zvuk zvona, mogli bismo zaključiti kako je na temelju dominantne desne ruke, za obradu njegova trajanja zadužena lijeva hemisfera. S druge strane, isto bismo zaključili za desnu hemisferu na temelju broja točnih procjena danih lijevom rukom kada je za procjenu zadan zvuk sirene.

Dobivene podatke o nejednakoj prednosti davanja odgovora lijevom i desnom rukom, posebice kada je u pitanju prosječan broj točnih procjena svakako je nužno uzeti u obzir pri donošenju zaključaka o hemisfernoj lateralizaciji. Zanimljivo je da za vrijeme reakcije potrebnog za donošenje točnih procjena o trajanju zvukova, osim kada je zvono zadano na lijevo uho, nije dobivena prednost niti jedne ruke, što bi značilo da iako je dobivena prednost u broju točnih procjena, vrijeme potrebno za njihovu procjenu nije bilo značajno brže. Mjera vremena reakcije, stoga čini pouzdaniju osnovu za donošenje zaključka o hemisfernoj lateralizaciji, nego li mjera broja točnih procjena. Zaključak o hemisfernoj lateralizaciji percepcije trajanja zvukova nije moguće generalizirati na sve korištene mjere jer dobiveni učinak nije konzistentan kada je u pitanju prosječno vrijeme reakcije, prosječan broj točnih odgovora te zvuk koji je trebalo procijeniti. Dobivena nekonzistentnost možda također upućuje na nejedinstvenu prednost hemisfera kada je u pitanju obrada trajanja neverbalnih zvukova.

Zanimljiv podatak čine dobiveni indeksi lateralizacije prema kojima je manji broj ispitanica pokazao prednost desnog uha u prosječnom broju točnih procjena, dok je veći broj pokazao prednost lijevog uha. Ovi rezultati odstupaju od onih Brancuccija i suradnika (2008) kojima su indeksi lateralizacije jasno upućivali na prednost desnog uha. Također, za 11 ispitanica nije dobivena prednost niti jednog uha. Za mjeru prosječnog vremena reakcije dobiveni rezultati potvrđuju hipotezu o prednosti desnog uha i lijeve hemisfere u percepciji trajanja zvukova. Hemisferna lateralizacija, stoga ovisi o korištenoj mjeri te nije stabilan pokazatelj dominantnosti hemisfere u obradi zvukova. Ova nestabilnost, možda je upravo posljedica dobivenih razlika u prednosti lijeve i desne ruke za mjeru broja točnih procjena.

Kako je vrijeme reakcije uzeto u obzir samo za točne procjene, zanimljivo je da ove dvije mjere (brzina i točnost) ne upućuju na dominantnost istog uha. Obzirom da je prvo potrebno usporediti trajanje dva zvuka, a zatim reagirati, možda je prednost desnog uha dobivena zato što je to dominantno uho kod sudionica. To je upravo faktor na koji istraživanja (npr. Brancucci i sur. 2008) ne obraćaju pažnju, već se sudionici uključuju u istraživanje s obzirom na dominantu ruku. U našem ukupnom uzorku veći je broj sudionica pokazao dominantno desno u odnosu na lijevo uho. U konačnom uzorku koji je ušao u analizu 18 sudionica pokazalo je dominantno lijevo uho, a zbog nedostatka literature te nedovoljnog broja sudionica za usporedbu nije moguće jasno zaključiti je li različita dominantnost uha kod sudionica utjecala na hemisfernu lateralizaciju percepcije trajanja zvukova. Kod sudionica s dominantnim lijevim uhom vidljiva je manja razlika u prosječnom vremenu reakcije kada je zadan zvuk sirene na lijevo i desno uho te veća razlika za zvuk zvana. Ipak, značajnost ovih razlika bilo bi potrebno testirati na većem uzorku. Moguće je da dominantno uho ukazuje na hemisferu koja je specijalizirana za obradu slušnih podražaja pa samim time i njihovih karakteristika, a ova prednost dolazi do izražaja pri vremenu reakcije potrebnom za donošenje procjene. Stoga, potreban je oprez u zaključivanju i usmjeravanje pažnje na ovaj čimbenik te njegovo potencijalno djelovanje na rezultate hemisferne lateralizacije dobivene metodom dihotičkog slušanja.

Prilikom interpretacije dobivenih rezultata svakako je nužno u obzir uzeti korištenu metodu. Kako je u ovom istraživanju sudionicama prije svakog bloka jasno

naglašeno na koje je uho potrebno obratiti pažnju, ovo usmjeravanje pažnje moglo je utjecati na dobivene rezultate. Mondor i Bryden (1991) navode kako umjeravanje pažnje na lijevo te na desno uho prilikom blokova zadataka dovodi do povećavanja prednosti uha na koje je usmjerena pažnja te da je povećana prednost desnog uha isključivo uzrokovana smanjenjem rezultata lijevog uha, odnosno uha na koje nije usmjerena pažnja. Naime, usmjeravanjem pažnje dolazi do smanjenja broja intrunzivnih pogrešaka koje su rezultat irelevantnih signala koji pristižu u drugo uho. Moguće objašnjenje je da usmjeravanjem pažnje dolazi do blokiranja ipsilateralnih puteva uha na koje se ne obraća pažnja, čime se smanjuje utjecaj irelevantnih informacija (Hugdahl i Davidson, 2004). Prema Posneru i Rothbartu (2007) usmjeravanje pažnje na lijevo te na desno uho nije jednako jednostavan zadatak. Ukoliko je za neku karakteristiku utvrđena prednost desnog uha, prilikom umjeravanja pažnje na desno uho odabiru se već i onako dominantni podražaji, dok je prilikom usmjeravanja pažnje na lijevo uho potrebno razriješiti kognitivni konflikt te odabrati nedominantne podražaje koji pristižu na to uho. Ovu pretpostavku potvrđuju nalazi istraživanja u kojima je utvrđena pozitivna povezanost prednosti desnog uha sa rezultatima na testovima izvršnih funkcija (Hugdahl i Westerhausen, 2010). Stoga je dominantno desno uho moglo olakšati usmjeravanje pažnje i odabir relevantnih informacija te pridonijeti bržem donošenju procjena o trajanju zvuka. Nalazi našeg istraživanja pokazuju povećanu prednost uha na koje je umjerena pažnja, ali je ta prednost ovisila o zadanom zvuku. Moguće je da je dobivena prednost uha ovisila o još nekim karakteristikama, koje su prilikom usmjeravanja pažnje činile relevantne i dominantne informacije.

Jedno od takvih obilježja je frekvencija, koja je važna prema hipotezi o ovisnosti lateralizacije percepcije zvukova s obzirom na temporalne (primjerice trajanje zvuka) ili spektralne (primjerice frekvencija zvuka) karakteristike zvuka te bi za ovu karakteristiku trebala biti dominantna desna hemisfera, što bi se očitovalo u prednosti lijevog uha (Hugdahl i Davidson, 2004). Liégeois-Chauvel, Giraud, Badier, Marquis, i Chauvel (2001) svojim su istraživanjem pomoću metode evociranih potencijala pokazali kako su za razlike u frekvenciji zabilježene veće reakcije u desnoj hemisferi, dok su za promjene u trajanju zvuka zabilježene veće reakcije u lijevoj hemisferi, potvrđujući time različitu obradu ovih karakteristika u dvije hemisfere. Za potrebe našeg istraživanja bilo je važno da se koriste neverbalni zvukovi različitog značenja, a njihova frekvencija nije

mijenjana jer bi to znatno utjecalo i na sam oblik zvuka, a time i na njegovu prepoznatljivost. Kako je zvuk zvona imao višu frekvenciju, moguće je da je upravo zbog toga za ovaj zvuk dobivena veća prednost desne hemisfere, za koju se pokazalo kako je dominantna u obradi ovog obilježja. Iako zadatak sudionica u ovom istraživanju nije bio procjenjivati frekvenciju, već trajanje zvuka, moguće je da je ova karakteristika djelovala na obradu zvuka. Umjeravanje pažnje na lijevo uho, kao što je prethodno navedeno, dodatno je moglo povećati prednost ovog uha, čineći frekvenciju važnijom karakteristikom.

Važno je uzeti u obzir i težinu zadatka. Reiterer i sur. (2005) navode kako se za zvukove, za koje postoje velike i jasne razlike u njihovim obilježjima, prilikom mjera hemisferne lateralizacije očituje prednost desne hemisfere zato što ih je lakše diskriminirati bilo prema frekvenciji, bilo prema trajanju. Stoga, moguće je da je za zvuk zvona uočena prednost u prosječnom broju točnih procjena te prednost lijevog uha i desne hemisfere u prosječnom vremenu reakcije jer je razlikovanje trajanja ovog zvuka bio jednostavniji zadatak. Za zvuk sirene dobivena je prednost desnog uha, upravo kada je za teži zadatak usmjerena pažnja na desno uho, odnosno kada se potiskuju signali jednostavnijeg zadatka koji istovremeno pristižu u lijevo uho. Razlika u sonogramima zvuka zvona te zvuka sirene nalazi se u *Prilogu A*. Prema sonogramima možemo zaključiti kako je zvuk zvona možda bio lakši za procjenu jer ima izraženije promjene, čije je trajanje vjerojatno lakše pratiti, dok zvuk sirene ima manje promjene, čije je trajanje teže pratiti.

Na unutarnju valjanost provedenog istraživanja mogla je utjecati faza menstrualnog ciklusa sudionica. Naime, u istraživanju Sandersa i Wenmotha (1998) provedenom na 32 sudionice u dvije faze menstrualnog ciklusa: folikularnoj kada je razina estrogena visoka te u luteinskoj kada je razina estrogena niska, rezultati su pokazali prednost lijevog uha i desne hemisfere za glazbene podražaje. Ova prednost bila je veća za vrijeme manje razine estrogena (luteinska faza). Za verbalne te za glazbene podražaje pokazao se značajan pad u prednosti lijevog uha od luteinske do folikularne faze, dok je za desno uho dobivena mala, ali neznačajna prednost u percepciji ovih podražaja (Sanders i Wenmoth, 1998). Stoga, razina estrogena kod sudionica svakako je čimbenik koji je mogao bitno utjecati na dobivene rezultate.

Razmatrajući vanjsku valjanost provedenog istraživanja, odnosno u kolikoj se mjeri dobiveni rezultati mogu generalizirati na druge populacije važno je razmotriti dva važna nedostatka. Naime istraživanje je provedeno na studenticama dobnog raspona između 19 i 27 godina. Prema Hugdahlu i Davidsonu (2004) postoji značajna interakcija dobi i mjera hemisferne lateralizacije dobivene metodom dihotičkog slušanja. Dobivena prednost desnog uha i lijeve hemisfere povećava se s porastom dobi te se najveća prednost uočava kod dobne skupine između 31 i 49 godina, dok s se s daljnjim porastom dobi ova prednost desnog pred lijevim uhom smanjuje. Također, istraživanja su pokazala kako postoje razlike u obradi neverbalnih, točnije glazbenih podražaja između glazbeno educiranih sudionika te onih bez formalnog glazbenog obrazovanja (Evers, Dannert, Rodding, Rotter, & Ringelstein, 1999; Marinoni, Grassi, Latorraca, Caruso, & Sorbi, 2000; prema Alfredson, Risberg, Hagberg i Gustafson, 2004). U ovom istraživanju glazbeno obrazovanje provjereno je pomoću dva pitanja koja se nalaze u upitniku osnovnih podataka vidljivog u *Prilogu D*. U ukupnom uzorku 4,5% sudionica navelo je kako su pohađale formalno glazbeno obrazovanje (glazbene škole ili akademije), dok ih je 26,8% navelo kako sviraju profesionalno neki glazbeni instrument. U konačnom uzorku uzetom u obradu ovi postotci iznose 4,7% i 23,6%. Mazziotta, Phelps, Carson i Kuhl (1982) svojim su istraživanjem pomoću pozitronske emisijske tomografije pokazali kako se kod educiranih glazbenika za vrijeme slušanja glazbenih podražaja javlja veća aktivacija temporalnog režnja lijeve hemisfere, dok je kod sudionika bez formalnog glazbenog obrazovanja uočena veća aktivacija frontotemporalnog režnja desne hemisfere. Autori objašnjavaju ovu pojavu pomoću načina obrade glazbenih podražaja pri čemu educirani glazbenici koriste više strategije analize ovih podražaja koje uključuju lijevu hemisferu (Alfredson i sur., 2004).

Zaključno, trajanje zvukova čini vrlo važnu karakteristiku čija hemisferna lateralizacija još nije sasvim jasno utvrđena. Istraživanje doprinosi postojećim nalazima jer omogućava dodatni uvid u obilježja o kojima ona ovisi. Njegovo glavno ograničenje čini usko odabrani uzorak sudionika po dobi i po spolu, zbog čega je generalizacija rezultata ograničena, a prijetnje unutarnjoj valjanosti nisu u dovoljnoj mjeri kontrolirane. Ipak, rezultati ovog istraživanja bitno pridonose razumijevanju hemisferne lateralizacije te metode dihotičkog slušanja. U istraživanjima kojima se koristi metoda dihotičkog slušanja potrebno je obratiti pažnju na dominantno uho, do sada zanemareno

obilježje koje potencijalno može objasniti dobivene nalaze. Osim što je istraživanjem potvrđeno kako lateralizacija ne ovisi o domeni verbalno-neverbalno, ono upućuje na to da je podjela na domene spektralno-temporalno možda suviše jednostavna. U prirodnom okruženju zvukovi se pojavljuju sa svojim brojnim obilježjima, od kojih je možda najvažnije njihovo značenje, a ono proizlazi upravo iz interakcije pojedinačnih spektralnih i temporalnih karakteristika. Stoga, možda je usmjeravanje na značenje zvukova nužno kako bismo dobili točniji uvid o hemisfernoj lateralizaciji pojedinačnih obilježja, kao što je trajanje zvukova.

Preporuke za buduća istraživanja

S ciljem provjere dobivenih nalaza, buduća istraživanja svakako bi trebala dodatnu pažnju posvetiti dominantnom uhu kod sudionika. Ono čini potencijalan i svakako nedovoljno provjeren čimbenik koji može utjecati na dobivene mjere hemisferne lateralizacije. Dominantnost je u našem istraživanju provjerena putem tri zadatka, a preporuka za buduća istraživanja je koristiti opširniju te sa metrijskog stajališta provjereniju mjeru. U istraživanje bi svakako bilo potrebno uključiti i širi raspon dobnih skupina, zbog navedene interakcije dobi i mjera hemisferne lateralizacije, čime bi se omogućila i veća generalizacija dobivenih nalaza. Glazbeno obrazovanje te iskustvo u sviranju glazbenih instrumenata nužno je ispitati opširnijim i metrijski kvalitetnijim upitnicima, kako bi se provjerio njihov utjecaj na rezultate lateralizacije percepcije trajanja zvukova zvona i sirene. Svakako bi bilo zanimljivo u obzir uzeti i fazu menstrualnog ciklusa kod sudionica čime bi se provjerio utjecaj bioloških faktora na dobivene mjere.

ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem djelomično je potvrđena početna hipoteza. Korištenjem dva neverbalna zvuka različitog značenja nisu utvrđeni konzistentni nalazi o hemisfernoj lateralizaciji percepcije njihovog trajanja. Za zvuk sirene dobivena je prednost desnog uha u prosječnom vremenu reakcije, čime je potvrđena hipoteza o specijalizaciji lijeve hemisfere. Zvuk zvona, s druge strane, ne potvrđuje početnu pretpostavku te je za njega iskazana prednost lijevog uha. Rezultati hemisferne lateralizacije dobiveni mjerama prosječnog vremena reakcije ovise o tome koji je zvuk zadan na koje uho, dok prosječan broj točnih procjena ne upućuje na prednost jedne od dviju hemisfera za procjenu trajanja zvuka. Trajanje zvuka zvona lakše je procijeniti nego li trajanje zvuka sirene. Značenje zvukova proizlazi iz interakcije pojedinačnih obilježja zvukova među kojima je i njihovo trajanje te je obraćanje pažnje na značenje nužno za donošenje točnih zaključaka o lateralizaciji pojedinačnih spektralnih i temporalnih karakteristika.

LITERATURA

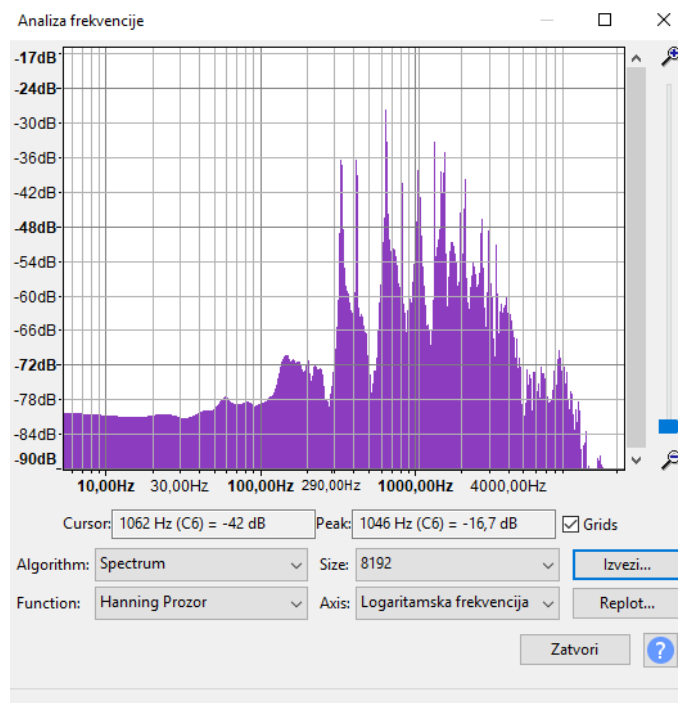
- Alfredson, B. B., Risberg, J., Hagberg, B. i Gustafson, L. (2004). Right temporal lobe activation when listening to emotionally significant music. *Applied Neuropsychology*, 11(3), 161-166.
- Amenedo, E. i Escera, C. (2000). The accuracy of sound duration representation in the human brain determines the accuracy of behavioural perception. *European Journal of Neuroscience*, 12(7), 2570-2574.
- Block, R. A., Hancock, P. A. i Zakay, D. (2000). Sex differences in duration judgments: A meta-analytic review. *Memory & Cognition*, 28(8), 1333-1346.
- Brancucci, A., Babiloni, C., Rossini, P. M. i Romani, G. L. (2005). Right hemisphere specialization for intensity discrimination of musical and speech sounds. *Neuropsychologia*, 43(13), 1916-1923.
- Brancucci, A., D'Anselmo, A., Martello, F. i Tommasi, L. (2008). Left hemisphere specialization for duration discrimination of musical and speech sounds. *Neuropsychologia*, 46(7), 2013-2019.
- Chudler, E. H. (2017). *Neuroscience for Kids-Sideness. Right Side/Left Side*. <https://faculty.washington.edu/chudler/rightl.html>.
- Čuržik, D. (2017). *Proširenje kognitivnoga modela paničnoga poremećaja*. Neobjavljeni doktorski rad. Zagreb: Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu.
- Day, R. S., Cutting, J. E. i Copeland, P. M. (1971). Perception of linguistic and nonlinguistic dimensions of dichotic stimuli. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 27, 193-197.
- Galić, S. (2002). *Neuropsihologijska procjena*. Naklada Slap, Jastrebarsko i Opća Županijska bolnica, Požega.
- Gandour J. T. (2006). Tone: Neurophonetics. *Encyclopedia of Language & Linguistics* 2, 751-760.
- Gygi, B., Kidd, G. R., Watson, C. S. (2004). Spectral-temporal factors in the identification of environmental sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(3), 1252-1265.
- Hiscock, M., Inch, R., Jacek, C., Hiscock-Kalil, C. i Kalil, K.M., (1994). Is there a sex difference in human laterality? An exhaustive survey of auditory laterality studies from six neuropsychology journals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 16 (3), 423-435 (Review).
- Hugdahl, K. i Davidson, R. J. (Eds.). (2004). *The asymmetrical brain*. Massachusetts: MIT press.
- Hugdahl, K. i Westerhausen, R. (Eds.). (2010). *The two halves of the brain: information processing in the cerebral hemispheres*. Massachusetts: MIT press.
- Hugdahl, K. (2011). Fifty years of dichotic listening research—Still going and going an... *Brain and Cognition* 76, 211-213.

- Johnsrude, I. S., Zatorre, R. J., Milner, B. A. i Evans, A. C. (1997). Left hemisphere specialization for the processing of acoustic transients. *NeuroReport*, 8(7), 1761-1765.
- Keller, P. i Stevens, C. (2004). Meaning from environmental sounds: types of signal-referent relations and their effect on recognizing auditory icons. *Journal of experimental psychology: Applied*, 10(1), 3.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3(2), 163-178.
- LaBarba, R. C., Kingsberg, S. A. i Martin, P. K. (1992). Cerebral lateralization of unfamiliar music perception in nonmusicians. *Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition*, 11(2), 119.
- Leung, Y. Y., Smith, S., Parker, S., i Martin, R. (1997). *Learning and retention of auditory warnings*. Unpublished manuscript, Defence Science & Technology Organisation, Melbourne, Australia.
- Lezak, M.D. (1995) *Neuropsychological Assessment*. Oxford Univ. Press, New York.
- Liégeois Chauvel, C., Giraud, K., Badier, J. M., Marquis, P. i Chauvel, P. (2001). Intracerebral evoked potentials in pitch perception reveal a functional asymmetry of the human auditory cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 117-132.
- Marinoni, M., Grassi, E., Latorraca, S., Caruso, A. i Sorbi, S. (2000). Music and cerebral hemodynamics. *Journal of clinical neuroscience*, 7(5), 425-428.
- Mazziotta, J. C., Phelps, M. E., Carson, R. E. i Kuhl, D. E. (1982). Tomographic mapping of human cerebral metabolism Auditory stimulation. *Neurology*, 32(9), 921-921.
- Misra, I., Suar, D. i Mandal, M. K. (2011). Lateralization effects across sensory fields and stimulus types among males. *Studia Psychologica*, 53(1), 13.
- Mondor, T. A. i Bryden, M. P. (1991). The influence of attention on the dichotic REA. *Neuropsychologia*, 29(12), 1179-1190.
- Nenonen, S., Shestakova, A., Huottilainen, M. i Näätänen, R. (2005). Speech-sound duration processing in a second language is specific to phonetic categories. *Brain and language*, 92(1), 26-32.
- Pinel, J.P. (2001). *Biološka psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Posner, M. I., Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23.
- Reiterer, S. M., Erb, M., Droll, C. D., Anders, S., Ethofer, T., Grodd, W. i Wildgruber, D. (2005). Impact of task difficulty on lateralization of pitch and duration discrimination. *Neuroreport*, 16(3), 239-242.
- Sanders, Gi i Wenmoth, D. (1998). Verbal and music dichotic listening tasks reveal variations in functional cerebral asymmetry across the menstrual cycle that are phase and task dependent. *Neuropsychologia*, 36(9), 869-874.
- Schönwiesner, M., Rübsamen, R. i Von Cramon, D. Y. (2005). Hemispheric asymmetry for spectral and temporal processing in the human antero-lateral auditory belt cortex. *European Journal of Neuroscience*, 22(6), 1521-1528.

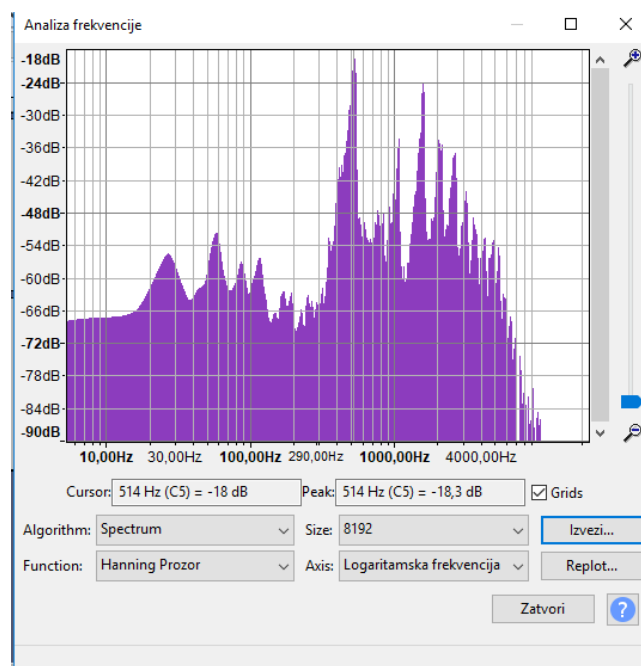
- Sieroka, N., Dosch, H. G., Specht, H. J. i Rupp, A. (2003). Additional neuromagnetic source activity outside the auditory cortex in duration discrimination correlates with behavioural ability. *Neuroimage*, 20(3), 1697-1703.
- Sommer, I. E., Aleman, A., Somers, M., Boks, M. P. i Kahn, R. S. (2008). Sex differences in handedness, asymmetry of the planum temporale and functional language lateralization. *Brain research*, 1206, 76-88.
- Sysoeva, O., Takegata, R. i Näätänen, R. (2006). Pre-attentive representation of sound duration in the human brain. *Psychophysiology*, 43(3), 272-276.
- Tadinac, M. i Hromatko, I. (2012). *Uvod u biološke osnove doživljavanja i ponašanja*. FF Press i Dominković, Zagreb,.
- Takegata, R., Nakagawa, S., Tonoike, M. i Näätänen, R. (2004). Hemispheric processing of duration changes in speech and non-speech sounds. *Neuroreport*, 15(10), 1683-1686.
- Tervaniemi, M. i Hugdahl, K. (2003). Lateralization of auditory-cortex functions. *Brain Research Reviews*, 43(3), 231-246.
- Van Lancker, D. i Fromkin, V. A. (1973). Hemispheric specialization for pitch and "tone": Evidence from Thai. *Journal of Phonetics*, 1(2), 101-109.
- Voyer, D. (1996). On the magnitude of laterality effects and sex differences in functional lateralities. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 1(1), 51-84.
- Voyer, D. (2011). Sex differences in dichotic listening. *Brain and cognition*, 76(2), 245-255.
- Zaehle, T., Geiser, E., Alter, K., Jancke, L., i Meyer, M. (2008). Segmental processing in the human auditory dorsal stream. *Brain Research*, 1220, 179-190.
- Zatorre, R. J. i Belin, P. (2001). Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral cortex*, 11(10), 946-953.
- Zatorre, R. J., Belin, P. i Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: *Music and speech*. *Trends in Cognitive Science*, 6(1), 37-46.
- Welsh, T. N. i Elliott, D. (2001). Gender differences in a dichotic listening and movement task: lateralization or strategy?. *Neuropsychologia*, 39(1), 25-35.

PRILOG

Prilog A



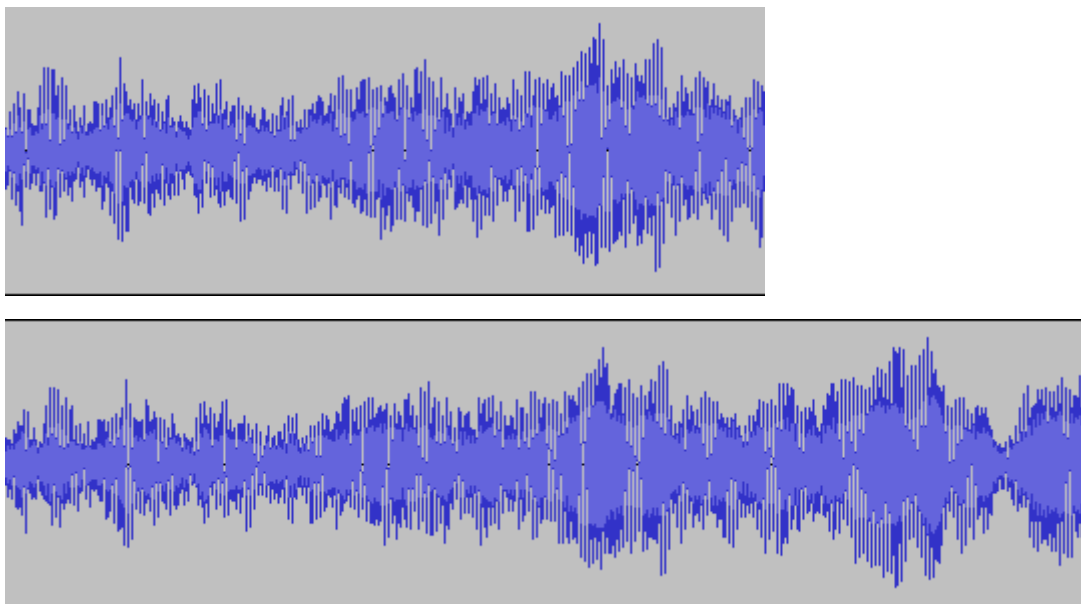
Slika 1. Spektar frekvencija zvuka zvona dobiven analizom frekvencija u programu Audacity



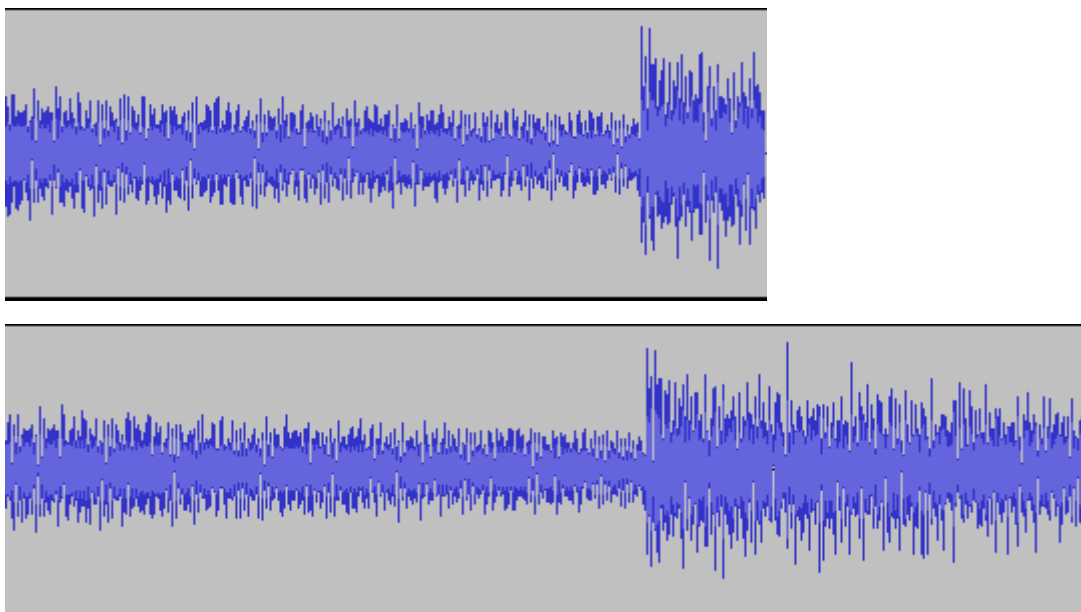
Slika 2. Spektar frekvencija zvuka sirene dobiven analizom frekvencija u programu Audacity

Prilog B

Sonogrami dva korištena zvuka



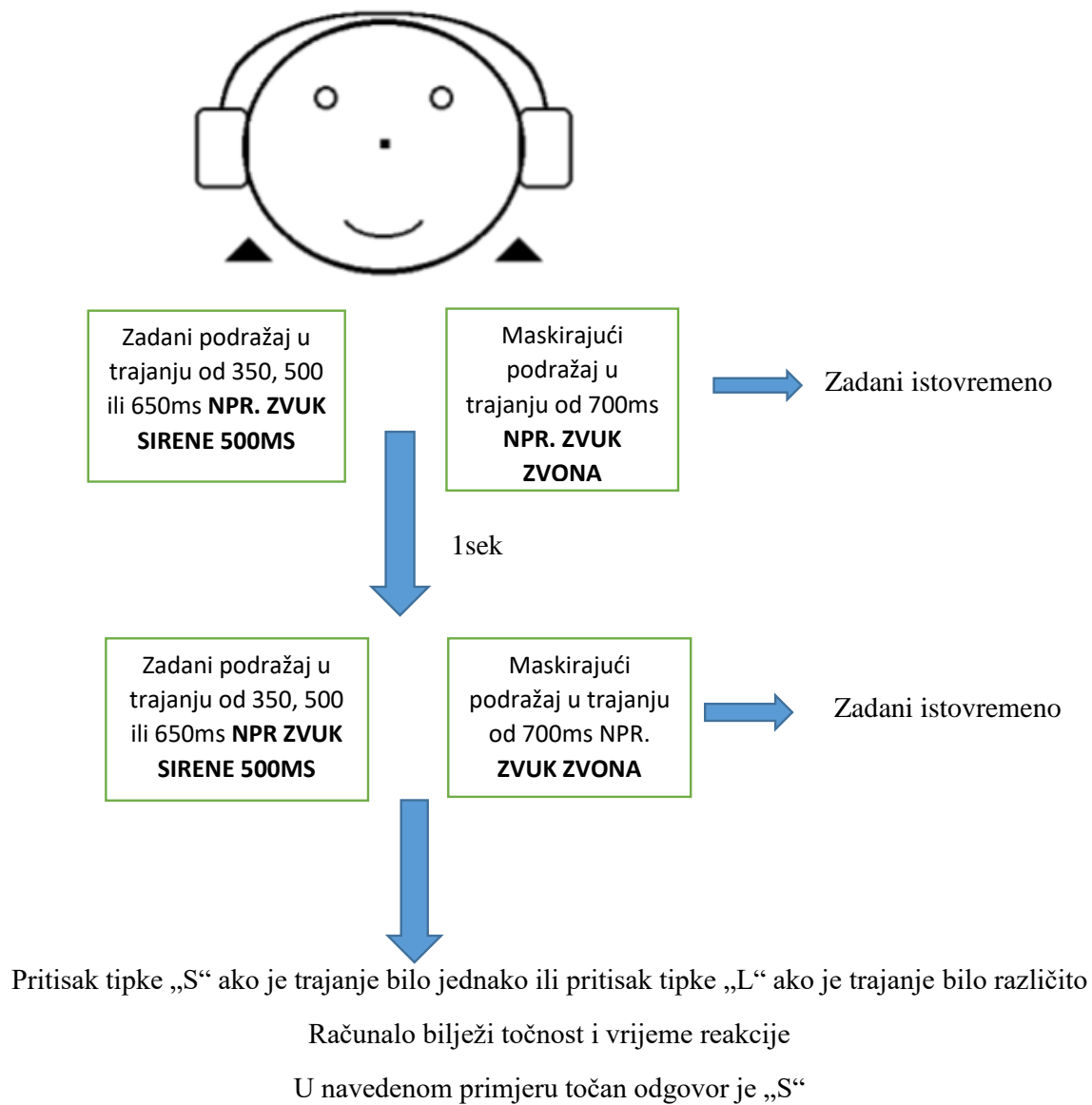
Slika 3. Sonogram zvuka sirene u trajanju od 350ms i 500ms



Slika 4. Sonogram zvuka zvona u trajanju od 350ms i 500ms.

Prilog C

Primjer jednog zadatka:



Slika 5. Primjer zadatka korištenog u eksperimentu

Prilog D

UPITNIK OSNOVNIH PODATAKA

ŠIFRA

(molim Vas da upišete šifru koja će se sastojati od: prvog slova imena oca, prvog slova imena majke, dana Vašeg rođenja (dvoznamenkasti broj) te Vaših inicijala)

Najprije Vas molim nekoliko osobnih podataka:

Dob _____

Studij _____

Bavite li se profesionalno glazbom? (npr. svirate profesionalno neki instrument) NE
DA

Jeste li pohađali formalno glazbeno obrazovanje? (glazbene škole ili akademije) NE
DA

Slijedi nekoliko pitanja o povijesti Vaših bolesti i ozljeda. Molim Vas da zaokružite jedan od ponuđenih odgovora uz svako pitanje:

1. Jeste li ikada pretrpjeli težu ozljedu glave? (npr. potres mozga)	NE	DA
--	----	----

Ukoliko je Vaš odgovor na prethodno pitanje bio DA, molim Vas da ukratko opišete ozljedu

2. Jeste li ikada oboljeli od infekcije uzrokovanom virusom, bakterijama, gljivicama ili parazitima kao što je primjerice meningitis ili toksoplazmoza?	NE	DA
---	----	----

Ukoliko jeste, molim Vas ukratko navedite o kojoj infekciji/infekcijama je riječ

3. Jeste li ikada imali problema sa sluhom?	NE	DA
---	----	----

4. Jeste li imali česte infekcije, upale uha?	NE	DA
---	----	----

5. Imate li trenutno problema sa sluhom?	NE	DA
--	----	----

6. Koristite li se slušnim pomagalom?	NE	DA
---------------------------------------	----	----

Upitnik dominantnosti ruke

ŠIFRA

(molim Vas napisite ISTU šifru kao u prethodnom upitniku, neka se sastoji od: prvog slova imena oca, prvog slova imena majke, dana Vašeg rođenja (dvoznamenkasti broj) te Vaših inicijala)

Kojom rukom?	Uvijek lijevom	Obično lijevom	I jednom i drugom	Obično desnom	Uvijek desnom
Pišete?	-2	-1	0	+1	+2
Crtate?	-2	-1	0	+1	+2
Bacate loptu da biste pogodili cilj?	-2	-1	0	+1	+2
Brišete gumicom?	-2	-1	0	+1	+2
Dijelite igraće karte?	-2	-1	0	+1	+2
Držite šibicu kad je palite?	-2	-1	0	+1	+2
Držite škare kad režete?	-2	-1	0	+1	+2
Držite konac da biste ga uveli u iglu?	-2	-1	0	+1	+2
Odvrcete poklopac sa staklenke?	-2	-1	0	+1	+2
Držite žlicu kad jedete?	-2	-1	0	+1	+2
Udarate čekićem po čavlu?	-2	-1	0	+1	+2
Držite četkicu kad perete zube?	-2	-1	0	+1	+2

Upitnik dominantnosti noge

ŠIFRA

(molim Vas napisite ISTU šifru kao u prethodnom upitniku, neka se sastoji od: prvog slova imena oca, prvog slova imena majke, dana Vašeg rođenja (dvoznamenkasti broj) te Vaših inicijala)

1. S kojom nogom biste udarili loptu?	LIJEVOM	DESNOM
2. Stojite ispred stepenica. S kojom nogom ćete prvo zakoračiti na stepenicu ili prekoračiti ravnu liniju na podu?	LIJEVOM	DESNOM
3. S kojom nogom biste stali na novčić koji se nalazi na podu.	LIJEVOM	DESNOM

Upitnik dominantnosti oka

1. S kojim okom biste gledali kroz ključanicu ili tubu od papira?	LIJEVIM	DESNIM
2. Ispružite ruku i kažiprst tako da je poravnat s predmetom u daljini. Naizmjenice zatvorite jedno, pa drugo oko. Kada se vaš prst nije pomaknuo?	LIJEVO	DESNO
3. Kroz malu rupu na papiru trebate gledati predmet u daljini. Približite papir samo jednom oku tako da kroz rupu još uvijek gledate u isti predmet.	LIJEVO	DESNO

Upitnik dominantnosti uha

1. Pokušavate čuti kroz vrata razgovor koji se odvija s druge strane. Koje uho ćete prisloniti uz vrata?	LIJEVO	DESNO
2. Netko Vam želi nešto došapnuti. Koje uho ćete mu okrenuti.	LIJEVO	DESNO
3. Poslušajte što se nalazi u zatvorenoj kutiji. Kojem uhu ćete približiti kutiju?	LIJEVO	DESNO